BHS II C 135-2

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe II C
B Nr. 135

Lehrbuch der Geognosie.

Lehrbuch der Geognosie.

[illegible]

Lehrbuch

der

GEOGNOSIE

von

Dr. Carl Friedrich Naumann,

Professor an der Universität Leipzig.

Zweiter Band.

Mit 40 Figuren in Holzschnitt

und einem vollständigen Register über das ganze Werk.

Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1854.

BIBLIOTHEK DER K.B.GENERAL BERGW. U.SALINEN ADMINISTR.

650 b

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

Chthonographie oder Geognosie der festen Erdkruste.

Applicativer Theil.

Formationslehre.

Seite

§. 250. Einleitung . 1

Gebirgsformationslehre.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Verhältnisse der Gebirgsformationen.

A. Verhältnisse der Formationen überhaupt.

§. 251. Begriff der Gebirgsformation 3

§. 252. Eintheilung der Formationen in sedimentäre, eruptive, primitive und kryptogene . 6

§. 253. Weitere Unterscheidung der Formationen nach ihrer besonderen Bildungsweise . 11

§. 254. Formationsglieder, Formationsgruppen, untergeordnete Gebirgsglieder 12

§. 255. Allgemeine Kriterien für die Aufeinanderfolge der Formationen . . 14

§. 256. Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste; Perioden und Epochen derselben . 18

§. 257. Verschiedene Bildungsräume der Formationen und daraus sich ergebende Folgerungen 20

B. Verhältnisse der Sedimentformationen.

§. 258. Allgemeine Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Sedimentformationen . 23

§. 259. Theilweise Identität der Fossilien in verschiedenen Formationen . . 27

§. 260. Theilweise Verschiedenheit der Fossilien einer und derselben Formation; Leitfossilien 32

§. 261. Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Bildungsräumen . . 36

§. 262. Fortsetzung . 40

§. 263. Verschiedene Facies der Sedimentformationen; stellenweise Auskeilung und Unterdrückung ihrer Glieder 46

§. 264. Uebersicht der Sedimentformationen nach ihrer Lagerungsfolge und ihren Fossilien . 49

C. Verhältnisse der eruptiven Formationen.

§. 265. Begriff derselben; Mangel an organischen Ueberresten 55

§. 266. Wichtigkeit der petrographischen Eigenschaften 58

Seite
§. 267. Verschiedene Structur der eruptiven Gesteine 60
§. 268. Lagerungsfolge der eruptiven Gesteine 63
§. 269. Repetition gleichartiger eruptiver Formationen; Uebersicht derselben 67

D. Verhältnisse der kryptogenen Gesteine.

§. 270. Eigenthümlichkeit der kryptogenen Gesteine 69
§. 271. Primitive und neuere kryptogene Formationen 71

E. Reihenfolge für die Betrachtung der Formationen.

§. 272. Vorzüglichkeit der aufsteigenden oder progressiven Reihenfolge . . 72
§. 273. Schwierigkeit der Einordnung der eruptiven Formationen 74

Zweiter Abschnitt.

Primitive Formationen.

Erstes Kapitel.

Primitive Gneissformation.

§. 274. Gesteine der Urgneissformation 75
§. 275. Primitiver Gneiss . 76
§. 276. Dem Urgneisse untergeordnete krystallinische Silicatgesteine 83
§. 277. Lager von Kalkstein, Dolomit, Graphit und Smirgel 89
§. 278. Erzlagerstätten im Urgneisse: Fallbänder, Magneteisenerzstöcke . . 97
§. 279. Lagerstätten von anderen Eisenerzen, Kupferkies, Glanzkobalt und Bleiglanz . 102
§. 280. Lagerung und Architektur der Urgneissformation 105

Zweites Kapitel.

Primitive Schieferformation.

§. 281. Allgemeine Betrachtung und Uebersicht ihrer Gesteine 114
§. 282. Glimmerschiefer . 116
§. 283. Thonschiefer . 122
§. 284. Chloritschiefer und Talkschiefer als selbständige Bildungen 128
§. 285. Kieselgesteine der Urschieferformation; Quarzit, Itakolumit und Kieselschiefer . 132
§. 286. Krystallinische Silicatgesteine, als untergeordnete Bildungen der Urschieferformation . 139
§. 287. Kalkstein, Dolomit und Gyps in der Urschieferformation 143
§. 288. Erzlager im Gebiete der Urschieferformation 149
§. 289. Lagerung und Architektur der Urschieferformation 155
§. 290. Theoretische Ansichten über die Bildung der primitiven Formationen. 160

Drittes Kapitel.

Neuere Formationen von Gneiss und krystallinischen Schiefern.

§. 291. Neuere kryptogene Bildungen von Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w. 168
§. 292. Neuere eruptive Gneissbildungen 178
§. 293. Neuere metamorphische Bildungen von Gneiss, krystallinischen Schiefern u. s. w. 182

Seite

Dritter Abschnitt.

Granitische Eruptiv-Formationen.

§. 294. Einleitung . 187

Erstes Kapitel.

Eruptive Granulitformationen.

§. 295. Ausdehnung, Reliefformen u. Höhen der Sächsischen Granulitformation 189
§. 296. Gesteine der Sächsischen Granulitformation 192
§. 297. Architektur und allgemeine geologische Verhältnisse der Sächsischen Granulitformation . 197
§. 298. Granulitformation der Vogesen und des Lyonnais 200

Zweites Kapitel.

Granit- und Syenitformationen.

§. 299. Einleitung . 203
§. 300. Granit; allgemeine petrographische Verhältnisse 204
§. 301. Verschiedene Arten von Granit 211
§. 302. Untergeordnete Gesteine und Erzlagerstätten, welche dem Granite wesentlich angehören . 215
§. 303. Fremdartige Einschlüsse im Granit 221
§. 304. Zersetzung, Berg- und Felsformen des Granites 230
§. 305. Lagerungsformen der Granite; Typhonische Stöcke und Decken . . 237
§. 306. Fortsetzung; gangförmige Gebirgsglieder von Granit 247
§. 307. Apophysen granitischer Ablagerungen 254
§. 308. Syenit als selbständige Bildung; Epidosit und Miascit 262
§. 309. Einwirkungen der Granite und Syenite auf ihr Nebengestein; Metamorphismus und Contactgebilde 269
§. 310. Verschiedene Formationen von Granit und Syenit 272

Vierter Abschnitt.

Uebergangsformationen, oder silurische und devonische Formation.

§. 311. Einleitung . 279

Erstes Kapitel.

Gesteine der Uebergangsformationen.

§. 312. Allgemeine Uebersicht . 283
§. 313. Grauwacke, Grauwackenschiefer, Thonschiefer, Alaunschiefer u. s. w. 284
§. 314. Sandsteine, Quarzite und Kieselschiefer 294
§. 315. Kalksteine, Mergel, Dolomit, Gyps und Steinsalz 300
§. 316. Grünsteinbreccien, Grünsteintuffe, Schalsteine und Porphyre . . . 307
§. 317. Steinkohlen und Erzlager 312

Zweites Kapitel.

Geotektonische Verhältnisse der Uebergangsformationen überhaupt.

§. 318. Zusammensetzung aus vorherrschenden und untergeordneten Gebirgsgliedern . 317

Seite
§. 319. Lagerung und Architektur der Uebergangsformationen 320

Drittes Kapitel.
Organische Ueberreste und Eintheilung der Uebergangsformationen.
§. 320. Allgemeine paläontologische Uebersicht 324
§. 321. Unterscheidung der silurischen und devonischen Formation 330
§. 322. Uebersicht der wichtigsten Fossilien der silurischen Formation . . . 334
§. 323. Uebersicht der wichtigsten Fossilien der devonischen Formation . . 340

Viertes Kapitel.
Einige Beispiele aus der silurischen Formation.
§. 324. Silurische Formation in England, Schottland und Irland 347
§. 325. Silurische Formation in Böhmen und andern Gegenden Teutschlands . 353
§. 326. Silurische Formation in Russland, Schweden und Norwegen 363
§. 327. Silurische Formation in Nordamerika 370

Fünftes Kapitel.
Einige Beispiele aus der devonischen Formation.
§. 328. Devonische Formation in England und Schottland 373
§. 329. Devonische Formation in Rheinpreussen und Westphalen, in Belgien, Nassau und am Harze . 379
§. 330. Devonische Formation in Russland und Nordamerika 389
§. 331. Steinkohlenführende Ablagerungen der devonischen Formation . . . 394

Fünfter Abschnitt.
Grünstein-Formationen.
§. 332. Unterscheidung der amphibolischen und pyroxenischen Grünsteine . . 399

Erstes Kapitel.
Amphibolische oder dioritische Grünsteine.
§. 333. Petrographische Verhältnisse 400
§. 334. Geotektonische Verhältnisse 402
§. 335. Vorkommen einiger Diorite . 405

Zweites Kapitel.
Pyroxenische Grünsteine oder Diabase.
§. 336. Petrographische Verhältnisse 407
§. 337. Häufige Begleiter der Diabasgesteine 412
§. 338. Geotektonische Verhältnisse der pyroxenischen Grünsteine 418
§. 339. Einwirkungen der pyroxenischen Gesteine auf die angränzenden Gesteine . 427

Sechster Abschnitt.
Ophiolith-Formationen.
§. 340. Einleitung . 431

A. Serpentin und seine Begleiter.
§. 341. Petrographische Verhältnisse des Serpentins 432

Seite
§. 342. Geotektonische Verhältnisse des Serpentins 436
§. 343. Uebergänge und Associationen des Serpentins 441

B. Gabbro und Hypersthenit.

§. 344. Gabbro oder Euphotid . 446
§. 345. Hypersthenit . 448

Siebenter Abschnitt.

Steinkohlen-Formation.

§. 346. Einleitung; Unterscheidung der paralischen und limnischen Ausbildungsform . 450

Erstes Kapitel.

Gesteine der Steinkohlenformation.

§. 347. Allgemeine Uebersicht . 452
§. 348. Conglomerate, Sandsteine, Quarzit, Hornstein und Kieselschiefer . . 453
§. 349. Schieferthon, Alaunschiefer, Brandschiefer, Thonstein 459
§. 350. Kohlenkalkstein und andere Kalksteine, Dolomit, Gyps und Kochsalz 464
§. 351. Steinkohlen und Anthracit 472
§. 352. Thoniger Sphärosiderit und andere Eisenerze 480
§. 353. Eruptive Gesteine im Gebiete der Steinkohlenformation 483

Zweites Kapitel.

Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 354. Allgemeine Zusammensetzung u. Gliederung der Steinkohlenformation 486
§. 355. Lagerungsformen und Architektur der Steinkohlenformation 496
§. 356. Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenflötze 506
§. 357. Secundäre Störungen der Architektur überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere . 516
§. 358. Lagerung der Steinkohlenformation 529

Drittes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 359. Allgemeine Betrachtung der pflanzlichen Ueberreste 540
§. 360. Grosse Armuth, allgemeine Aehnlichkeit und wichtigste Species der carbonischen Flora . 550
§. 361. Allgemeine Betrachtung der thierischen Ueberreste 559
§. 362. Uebersicht einiger der wichtigsten Species 565

Viertes Kapitel.

Bildungsweise der Steinkohlenformation überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.

§. 363. Ausbildung der Steinkohlenformation 571
§. 364 Bildungsweise der Kohlenflötze insbesondere 576

Achter Abschnitt.

Permische Formation.

§. 365. Einleitung . 580

Seite

Erstes Kapitel.
Permische Formation in Teutschland.
A. Rothliegendes.

§. 366. Allgemeiner Charakter des Rothliegenden 583
§. 367. Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten, Schieferthone 585
§. 368. Porphyrpsephite, Porphyrpsammite und Thonsteine 591
§. 369. Kalkstein, Dolomit, Brandschiefer, Steinkohle und Erze 592
§. 370. Zusammensetzung und Gliederung des Rothliegenden 597

B. Zechstein.

§. 371. Allgemeine Verhältnisse der Zechsteinbildung 606
§. 372. Zechsteinbildung Thüringens 609
§. 373. Zechsteinbildung in anderen Gegenden Teutschlands 622

Zweites Kapitel.
Permische Formation in England.

§. 374. Rothliegendes in England 633
§. 375. Zechsteinbildung in England 637

Drittes Kapitel.
Permische Formation in Russland und anderen Ländern.

§. 376. Permische Formation Russlands; Gesteine und Gliederung 644
§. 377. Perm. Formation Russl.; Kupfererze, Gyps und Steinsalz; Lagerung 648
§. 378. Permische Formation in Frankreich, Nordamerika, Spitzbergen . . . 651

Viertes Kapitel.
Paläontologische Verhältnisse der permischen Formation.

§. 379. Allgemeines; Flora der permischen Formation 653
§. 380. Fauna der permischen Formation 656

Neunter Abschnitt.
Porphyr-Formationen.

§. 381. Einleitung; Trennung der quarzfreien und quarzführenden Porphyre 662

Erstes Kapitel.
Quarzfreie Porphyre oder Porphyrite.

§. 382. Petrographische Verhältnisse derselben 663
§. 383. Geotektonische Verhältnisse und Eruptions-Epochen der Porphyrite . 669

Zweites Kapitel.
Quarzführende Porphyre oder Porphyre schlechthin.

§. 384. Petrographische Verhältnisse derselben 672
§. 385. Lagerungsformen der Felsitporphyre 685
§. 386. Einwirkungen der Porphyre auf ihr Nebengestein 693
§. 387. Quarzgänge, Pechstein und Kalkstein in Verbindung mit Porphyren . 699
§. 388. Verschiedene Formationen quarzführender Porphyre 704

Seite

Zehnter Abschnitt.
Melaphyr-Formation.

§. 389. Petrographische Verhältnisse 711
§. 390. Geotektonische Verhältnisse der Melaphyre 719

Elfter Abschnitt.
Triasformation.

§. 391. Einleitung 726

Erstes Kapitel.
Buntsandstein-Formation.

§. 392. Gesteine der Buntsandsteinformation 727
§. 393. Gliederung, Architektur und Lagerung der Buntsandsteinformation . 737
§. 394. Organische Ueberreste der Buntsandsteinformation 742

Zweites Kapitel.
Muschelkalksteinformation.

§. 395. Gesteine der Muschelkalkformation 745
§. 396. Gliederung und Lagerung der Muschelkalkformation 755
§. 397. Fauna des Muschelkalkes und der Trias überhaupt 762

Drittes Kapitel.
Keuperformation.

§. 398. Gesteine der Keuperformation 767
§. 399. Gliederung, Architektur und Lagerung der Keuperformation 774
§. 400. Trias in England und in Oberschlesien 781
§. 401. Trias in den Alpen 789

Zwölfter Abschnitt.
Jurassische Formationsgruppe.

§. 402. Einleitung 794

Erstes Kapitel.
Liasformation.

§. 403. Gesteine der Liasformation 795
§. 404. Gliederung der Liasformation 803
§. 405. Vergleichende Uebersicht der Liasformation in Schwaben, England und Frankreich 809
§. 406. Organische Ueberreste der Liasformation 813

Zweites Kapitel.
Juraformation.

§. 407. Einleitung 820
§. 408. Uebersicht der englischen Juraformation 822

A. Braune Juraformation.

§. 409. Gesteine der braunen Juraformation 829

Seite

§. 410. Gliederung der braunen Juraformation in Würtemberg 837
§. 411. Vergleichung der braunen Juraformation in Teutschland, Frankreich und England . 843
§. 412. Organische Formation der braunen Juraformation 848
§. 413. Uebersicht der abgebildeten Leitfossilien 854

B. Weisse Juraformation.

§. 414. Gesteine der weissen Juraformation 860
§. 415. Gliederung der weissen Juraformation in Würtemberg 871
§. 416. Vergleichung des weissen Jura in Teutschland, Frankreich u. England 878
§. 417. Organische Ueberreste der weissen Juraformation 882
§. 418. Juraformation in den Alpen und Karpathen, in Russland und Amerika 889

Drittes Kapitel.

Wealdenformation.

§. 419. Allgemeine Betrachtungen über die Wealdenformation 896
§. 420. Wealdenformation in England 900
§. 421. Wealdenformation im nordwestlichen Teutschland 904

Dreizehnter Abschnitt.

Kreideformation.

§. 422. Einleitung und allgemeine Uebersicht 912

Erstes Kapitel.

Gesteine der Kreideformation.

§. 423. Conglomerate, Sandsteine und Thone 916
§. 424. Mergel, Kalksteine und Kreide 927
§. 425. Glaukonit, Flint, Dolomit, Gyps, Steinsalz, Kohlen und Erze 937

Zweites Kapitel.

Gliederung der Kreideformation.

§. 426. Allgemeine Gliederung der Formation in vier Hauptabtheilungen . . 946
§. 427. Vollständige und theilweise Ausbildung der Formation; petrographische Analogieen . 951

Drittes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Kreideformation.

§. 428. Allgemeine Betrachtung der cretacischen Flora und Fauna 954
§. 429. Wichtigste Leitfossilien der Neocombildung und des Galt 968
§. 430. Wichtigste Leitfossilien der Turonbildung und Senonbildung 965

Viertes Kapitel.

Beispiele der verschiedenen Ausbildungsweise der Kreideformation.

§. 431. Kreideformation in England . 976
§. 432. Kreideformation im nördlichen Frankreich 984
§. 433. Kreideformation am Südwestrande des Centralplateaus von Frankreich und im Bassin des Rhône 993

Seite
§. 434. Kreideformation im nördlichen Teutschland 999
§. 435. Kreideformation in den Alpen 1018

Vierzehnter Abschnitt.

Tertiäre Formationen.

Einleitung.

§. 436. Allgemeine Verhältnisse der tertiären Formationen 1025
§. 437. Allgemeine Eintheilung der Tertiärformationen 1029

Erstes Kapitel.

§. 438. Nummuliten- und Flysch-Formation 1033
§. 439. Eocäne Tertiärformation des Bassins der Seine 1042
§. 440. Eocänformation im südlichen England 1051

Zweites Kapitel.

§. 441. Tertiärformation des Bassins von Wien 1058
§. 442. Tertiärformation von Mainz 1067
§. 443. Nordteutsche Braunkohlenformation 1073

Drittes Kapitel.

§. 444. Die Molasse-Formation . 1085
§. 445. Crag von Suffolk, Subapenninenformation 1090

Fünfzehnter Abschnitt.

Vulcanische Formationen.

Einleitung . 1098

Erstes Kapitel.

Trachytformation.

§. 446. Trachyte und Trachytporphyre 1101
§. 447. Phonolithe . 1106
§. 448. Perlit, Obsidian und Bimsstein 1114
§. 449. Trachytische Conglomerate, Tuffe und verwandte Gesteine 1118

Zweites Kapitel.

Basaltformation.

§. 450. Einleitung und Uebersicht der krystallinischen Gesteine 1121
§. 451. Lagerungsformen der basaltischen Gesteine 1125
§. 452. Gesteinsformen und Structuren der Basaltformation 1134
§. 453. Schlackenbreccien, Conglomerate und Tuffe 1138

Drittes Kapitel.

Lavaformation.

§. 454. Allgemeines; einfache Eruptionskegel 1141
§. 455. Vollständig entwickelte Vulcane; Erhebungskegel 1144
§. 456. Lavaströme, Lavaschichten, Lavagänge 1148
§. 457. Vulcanische Geschütte und Tuff-Ablagerungen 1151

Seite

Sechszehnter Abschnitt.

Quartäre und neuere Formationen.

§. 458. Uebersicht derselben . 1153
§. 459. Erratische Formation oder Driftformation 1155
§. 460. Plusiatische Diluvialschichten oder Seifengebirge 1161
§. 461. Knochenhöhlen und Knochenbreccien 1167
§. 462. Dünen, als Beispiel neuester Bildungen 1170
Register . 1175

Chthonographie

oder

Geognosie der festen Erdkruste.

Applicativer Theil.

Formationslehre.

§. 250. *Einleitung*.

Die Formationslehre hat sich mit der speciellen Untersuchung und Darstellung der mancherlei Gebirgsglieder zu beschäftigen, aus welchen die uns bekannte Erdkruste wirklich zusammengesetzt ist. Diese Gebirgsglieder sind entweder vorherrschende oder untergeordnete, (I, 902); die ersteren werden stets von eigentlichen Gesteinen (I, 415), die letzteren aber theils von Gesteinen, theils von anderen Mineral-Aggregaten gebildet, und als lagerartige und gangartige Gebirgsglieder unterschieden; (I, 914 und 917) *).

Die grossen, wesentlich aus vorherrschenden Gebirgsgliedern bestehenden Haupt-Etagen und Haupt-Depots, welche in der Architektur der Erdkruste hervortreten, sind zwar von sehr verschiedener Beschaffenheit, lassen sich aber doch nach gewissen Eigenschaften und Verhältnissen zu verschiedenen Aggregaten vereinigen, welche Gebirgsformationen oder auch Formationen schlechthin genannt werden. Obgleich nun diese Formationen zunächst als Inbegriffe von vorherrschenden Gebirgsgliedern zu denken sind, so können sie doch auch untergeordnete Gebirgsglieder begreifen. Es werden nämlich die mit den vorherrschenden Gebirgsgliedern in einem ursprünglichen und nothwendigen Zusammenhange stehenden untergeordneten Gebirgs-

*) Citate wie die obenstehenden, in welchen nach I nur noch eine Zahl steht, beziehen sich stets auf den ersten Band dieses Lehrbuches und auf die betreffende Seitenzahl. Citate, welche eine Seite dieses zweiten Bandes betreffen, werden blos durch die in Klammern eingeschlossene Seitenzahl ausgedrückt.

650 b/2

glieder, welche theils von lagerartiger, theils von gangartiger Natur sind, und im letzteren Falle immer aus wirklichen Gesteinen bestehen, als blose Dependenzen der ersteren, mit diesen zusammengefasst; so dass also beide in ihrer Vereinigung die sogenannten Gebirgsformationen bilden.

Diejenigen gangartigen Gebirgsglieder, welche nicht aus eigentlichen Gesteinen, sondern aus anderen Mineral-Aggregaten bestehen, und sich namentlich durch ihre mehr oder weniger häufige Erzführung von den übrigen Gängen unterscheiden, werden als eigenthümliche Bildungen unter dem Namen der Mineral- und Erzgänge abgesondert, und bilden eine selbständige Classe von untergeordneten Formationen, nämlich die Mineral- und Erz-Gangformationen.

Die ganze Formationslehre zerfällt hiernach in zwei grosse Hauptstücke, in die Lehre von den Gebirgsformationen und in die Lehre von den Gangformationen, von welchen letzteren jedoch diejenigen Gänge ausgeschlossen werden, welche nur als untergeordnete, aber wesentlich zugehörige Glieder gewisser Gebirgsformationen zu betrachten sind.

Anmerkung. Dass viele Mineralgänge und nicht wenige Erzgänge mit gewissen sedimentären Gebirgsformationen in einem sehr nahen Causalzusammenhange stehen, diess ist durchaus nicht zu bezweifeln. So wie nämlich die Gänge einer eruptiven Gesteinsformation in der Regel gar nichts Anderes sind, als die in unergründliche Tiefe hinabreichenden Wurzeln der, in der Form von Decken, Kuppen u. s. w. auftretenden grösseren Ablagerungen desselben Gesteins, so sind wohl auch manche Mineralgänge und Erzgänge nichts Anderes, als das in den Ausführungscanälen abgesetzte Material gewisser sedimentärer Schichten. Auf diese Weise mögen viele Quarzgänge mit gewissen reinen Sandsteinbildungen, viele Rotheisenerzgänge mit gewissen eisenschüssigen Sandstein- und Conglomerat-Bildungen, und wohl auch manche Kalkspathgänge mit Kalksteinbildungen in einer sehr nahen genetischen Beziehung stehen*). Weil aber diese Beziehung bis jetzt nur in sehr wenigen Fällen nachgewiesen worden ist, und weil sich die erwähnten Gangbildungen wenigstens von denen sie zunächst einschliessenden Formationen völlig unabhängig zeigen, so ist die Verweisung derselben in ein besonderes Hauptstück der Formationslehre hinreichend gerechtfertigt. In gegenwärtigem Lehrbuche werden wir jedoch nur das erste dieser Hauptstücke behandeln können.

*) Wir erinnern an die Gänge von Kieselschiefer, welche Freiesleben im Fichtelgebirge zwischen Steben und Lichtenberg, und Keilhau in der Gegend von Brevig, an den Sandsteingang, welchen der letztere Beobachter auf der Insel Vardöe, an die Kalkspathgänge, welche Pusch in der Gegend von Kielce, an den Kalksteingang, welchen Schmidt bei Sechshelden in Nassau, an die Gypsgänge, welche Virlet und Boblaye im Thale der Kelephina in Lakonien beobachtet haben.

Gebirgsformationslehre.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Verhältnisse der Gebirgsformationen.

A. Verhältnisse der Formationen überhaupt.

§. 251. *Begriff der Gebirgsformation.*

Eine Gebirgsformation oder Formation schlechthin ist ein Inbegriff sehr ausgedehnter oder auch sehr zahlreicher vorherrschender Gebirgsglieder, welche ein selbständiges Ganzes bilden, und sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse zu erkennen geben.

Dieser Begriff ist von solcher Wichtigkeit, dass sein Inhalt einer etwas ausführlicheren Erörterung bedarf.

Da es nur grössere, weit ausgedehnte, oder doch an sehr vielen Puncten abgelagerte Gesteinsmassen sind, deren Complexe als Formationen gelten können, so haben wir es wesentlich mit vorherrschenden Gebirgsgliedern zu thun. Einige Formationen sind in der That über viele Hunderte, ja über Tausende von Quadratmeilen verbreitet, und ihre Ablagerungen können in sehr verschiedenen Ländern und Erdtheilen mit so grossartigen Horizontaldimensionen auftreten, während die Mächtigkeit derselben bald nach Hunderten, bald nach Tausenden von Fussen zu ermessen ist. Andere Formationen erscheinen in Ablagerungen von beschränkteren Dimensionen, welche aber in grosser Anzahl, theils sporadisch, theils zu Gruppen versammelt, in den verschiedensten Zonen angetroffen werden. Indessen schliessen sich an diese vorherrschenden Gebirgsglieder nicht selten auch untergeordnete Gebirgsglieder an, welche mit ihnen auf das Innigste verknüpft und zu einem und demselben grösseren Ganzen vereinigt sind.

Die Basaltgänge, welche z. B. in einer basaltischen Region aufsetzen, und überhaupt alle wirklichen, wenn auch ganz isolirt auftretenden Basaltgänge sind daher als Glieder der Basaltformation zu betrachten, obgleich sie ihren Dimensionen nach sehr häufig nur als untergeordnete Gebirgsglieder gelten können. Auf ähnliche Weise verhalten sich die Gänge und Gangstöcke aller pyrogenen oder eruptiven Gesteine. Eben so sind die Erzlager und die erzführenden Gesteinsschichten der sedimentären Formationen als Dependenzen, als untergeordnete, durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Glieder dieser Formationen zu betrachten.

Die zu einer und derselben Formation gehörigen Gebirgsglieder müssen sich aber durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse beurkunden.

Daher fordern wir, dass die Gesteine einer Formation, welchen Namen sie auch führen mögen, doch im Allgemeinen von solcher Beschaffenheit sind, dass auf eine unter ähnlichen Umständen und Bedingungen erfolgte ursprüngliche Bildung derselben geschlossen werden kann, wenn sie auch vielleicht theilweise durch spätere Einwirkungen eine mehr oder weniger auffallende Veränderung erlitten haben sollten.

Diese Gesteine werden ferner entweder fossilfreie oder fossilhaltige Gesteine sein (I, 424), weil in den meisten Fällen der völlige Mangel an organischen Ueberresten, als ein negativer Charakter, eben so wohl Werth hat, wie das Vorhandensein von solchen Ueberresten, als ein positiver paläontologischer Charakter. In diesem letzteren Falle müssen aber die vorhandenen Thier- oder Pflanzenreste entweder solche Uebereinstimmungen der Species, oder doch wenigstens solche Analogieen des Organisationstypus erkennen lassen, dass dadurch eine Gleichzeitigkeit der betreffenden Fauna oder Flora erwiesen wird.

Bei der Beurtheilung der Structur handelt es sich ganz vorzüglich um den Unterschied der geschichteten und der massigen Gesteine (I, 499 und 903), welcher allerdings in sehr vielen Fällen mit dem Unterschiede der sedimentären und der eruptiven Bildung zusammenfällt, und uns daher gleichfalls auf die Qualität des Bildungsprocesses verweist.

Was endlich die Lagerungsfolge betrifft, so bezeichnet dieser Ausdruck eines der allerwichtigsten Merkmale unsers Formationsbegriffes. Man versteht nämlich ganz allgemein unter der Lagerungsfolge die gesetzmässige Aufeinanderfolge der verschiedenen Formationen und der sie bildenden Gebirgsglieder in verticaler Richtung, von unten nach oben. Indem dabei besonders die in grosser horizontaler Verbreitung auftretenden Gebirgsglieder berücksichtigt werden, schliesst man mit Recht, dass uns die Lagerungsfolge derselben in den meisten Fällen von älteren zu neueren, oder, wenn sie in umgekehrter Ordnung verfolgt wird, von neueren zu älteren Bildungen gelangen lässt; und insofern erlangt dieses Merkmal eine hohe Bedeutung für die Beurtheilung der Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit der Formationen.

Die Qualität des Bildungsprocesses und die Zeit, d. h. die Periode oder die Epoche desselben, das sind also die beiden Argu-

mente, auf welchen die Bestimmung der einzelnen, und die Unterscheidung der verschiedenen Formationen beruht. Neben einer allgemeinen Gleichartigkeit der Gebirgsglieder wird auch eine ungefähre Gleichzeitigkeit derselben für die Anerkennung der Formations-Identität gefordert. Es ist demnach ein chronologisches, ein der Entwickelungsgeschichte der Erdkruste angehöriges Moment, welches bei der Formationsbestimmung eine ganz vorzüglich wichtige Rolle spielt, und es kann eine an Identität gränzende Gleichartigkeit der Gesteine und der Structur Statt finden, ohne dass wir deshalb berechtigt sind, die betreffenden Gebirgsglieder zu einer und derselben Formation zusammenzufassen. Der Synchronismus ihrer Bildung ist und bleibt in allen Fällen ein Hauptpunct, um welchen sich die ganze Frage nach der Zugehörigkeit zu einer und derselben Formation dreht.

Die verschiedenen Sandsteinbildungen lassen z. B. auf eine ähnliche Qualität ihres Bildungsprocesses schliessen; dasselbe gilt von den verschiedenen Kalksteinbildungen, Granitbildungen, Grünsteinbildungen u. s. w.; allein nur diejenigen Sandsteinbildungen können auf eine und dieselbe Sandsteinformation, nur diejenigen Granitbildungen auf eine und dieselbe Granitformation bezogen werden, von welchen sich beweisen lässt, dass sie in derselben Zeitperiode gebildet worden sind. Freilich können diese Zeitbestimmungen nur relative und ungefähre sein; es kann durch sie nur ganz allgemein die Frage: ob früher oder später, und, sofern es sich um die Dauer der Bildungsprocesse handelt, die Frage: ob länger oder kürzer, nicht aber die Frage über das absolute wann und wie lange zur Beantwortung gebracht werden.

Man bedient sich wohl auch, nach dem Vorgange Englischer Geologen, des Wortes System statt des Wortes Formation; weil uns aber jenes Wort auf ein gesetzmässig gegliedertes und geordnetes Ganzes, oder auf einen nach bestimmten Regeln zusammengehaltenen Inbegriff von Einzeldingen verweist, während doch die verschiedenen, eine Formation constituirenden Ablagerungen gewöhnlich nur innerhalb einzelner Regionen eine bestimmte gesetzmässige Gliederung und systematische Anordnung erkennen lassen, welche in anderen Regionen auf ganz andere Weise hervortreten kann, so möchten wir dem alten Worte Formation den Vorzug geben. Viele Französische Geologen bedienen sich des Wortes *terrain*, weil das Wort *formation* doch ursprünglich den Act, und nicht das Product eines Bildungsprocesses bezeichne, obwohl dasselbe später, gerade so wie das teutsche Wort Bildung, in beiderlei Bedeutung gebraucht worden sei (*Beudant Voyage en Hongrie*, *III*, *p*. 8). Constant Prévost will das Wort *formation* auf die Qualität, das Wort *terrain* auf die Zeit des Bildungsactes beziehen, so dass ein und dasselbe *terrain* aus mehren Formationen bestehen kann; (*Bull. de la soc. géol. X*, *p*. 340 ff. und 2. *série*, *II*, *p*. 366). Auf einer eigenthümlichen Abstraction beruht die von *Deshayes* aufgestellte Definition, welcher zufolge eine Formation geradezu als ein durch gleichartig gebildete Gebirgsglieder repräsentirter Zeitabschnitt, oder gar als eine zoologische Periode bestimmt wird; (*un*

espace de temps, réprésenté par un certain nombre des couches, déposées sous l'influence des mêmes phénomènes, Bull. de la soc. géol. II, p. 89 und ebendaselbst *p.* 90 : *une formation est une période zoologique*); so dass also die Zeitabschnitte mit Demjenigen identificirt werden, was sich in ihnen ereignet oder gebildet hat.

§. 252. *Eintheilung der Formationen in sedimentäre, eruptive, primitive und kryptogene.*

Da die Formationen wesentlich aus Gesteinen bestehen, so werden sie auch in der Hauptsache dieselben allgemeinen Verschiedenheiten der Bildungsweise erkennen lassen, wie diese letzteren.

Nun sind aber die nach ihrer Bildungsweise uns bekannten Gesteine entweder hydrogene Gebilde, d. h. krystallinische, klastische oder dialytische (I, 723) Sedimente, welche auf dem Boden des Meeres oder anderer Wasserbassins abgesetzt wurden; oder sie sind pyrogene Gebilde, welche, aus den unbekannten Tiefen des Erdinnern stammend, durch Eruption an die Oberfläche oder doch in die äussersten Regionen der Erdkruste gelangt sind. Nach dieser sehr verschiedenen und in mancher Hinsicht ganz entgegengesetzten Bildungsweise lassen sich die Formationen zuvörderst in zwei grosse Classen sondern, für welche sich die Benennungen sedimentäre und eruptive Formationen am meisten eignen dürften.

Das Prädicat eruptiv ist jedenfalls dem Prädicate pyrogen vorzuziehen, weil über die eruptive Bildung der betreffenden Gesteine durchaus gar kein Zweifel obwalten kann, während die pyrogene, d. h. die aus dem feurigflüssigen Zustande hervorgegangene Bildung für manche derselben noch nicht mit derjenigen Evidenz erwiesen ist, welche jeden Zweifel oder jedes Bedenken beseitigen könnte*). Weil die sedimentären Bildungen im Reiche der Gewässer entstanden, die eruptiven Bildungen aber aus der Unterwelt zu Tage gefördert worden sind, so pflegt man wohl auch jene neptunische, diese plutonische Bildungen zu nennen. Um den entschiedenen Gegensatz ihrer Bildungsweise hervorzuheben, hat Humboldt vorgeschlagen, die eruptiven Gesteine endogene, die sedimentären Gesteine exogene zu nennen (Kosmos, I, S. 457).

Studer hat in seinem trefflichen Lehrbuche der physikalischen Geographie (I, 1844, S. 130) den Begriff des Sedimentes und der sedimentären Bildung, dem herkömmlichen Sprachgebrauche entgegen, in einem sehr erweiterten Sinne einzuführen versucht, indem er darunter jede feste Masse versteht,

*) Man vergleiche z. B. die oben Bd. I, S. 740 mitgetheilten Bemerkungen über die Genesis des Granites.

deren Bildung oder Ablagerung eine Wirkung der Schwerkraft ist, so dass er nicht nur die gewöhnlich so genannten Bildungen, sondern auch Schneefelder und Gletscher, Lavaströme und alle eruptive Gesteinsablagerungen als Sedimente betrachtet. Es erinnert dies an eine früher von C. Prévost vorgeschlagene ähnliche Zusammenfassung alles Dessen, was nicht zum *sol primitif* gehört, unter dem Namen *sol de remblai*, wobei wenigstens dem Sprachgebrauch keine Gewalt angethan wurde. *Bull. de la soc. géol. t. X, p.* 340 f.

Zu den sedimentären Formationen gehören also, mit wenigen Ausnahmen, alle diejenigen, deren Gesteine sich als Sandsteine, Kalksteine, Mergel, Thone, Schieferthone, Thonschiefer, Tuffe, Conglomerate u. dgl. bestimmen; sie sind in der Regel geschichtete und fossilhaltige Formationen; ja, sie begreifen mitunter Schichten, welche durchaus von zoogenen oder phytogenen Gesteinen (I, 424) gebildet werden. Zu den eruptiven Formationen gehören alle diejenigen krystallinischen Silicatgesteine, welche gewöhnlich in ungeschichteten oder massigen, und nur bisweilen in geschichteten Ablagerungen auftreten; sie sind als völlig fossilfreie Bildungen charakterisirt, indem nur hier und da ganz zufällig ein organischer Körper von ihren Massen ergriffen und umschlossen werden konnte.

Als eine ganz besondere Art von sedimentärer Formation sind auch die aus der Atmosphäre zum Niederschlage gelangten perennirenden Schnee- und Eismassen zu betrachten, welche die Ablagerungen des sogenannten ewigen Schnees, und, in Folge eines durch Wasser und Temperaturwechsel bedingten inneren Umbildungsprocesses, (also einer eigenthümlichen Art von Metamorphismus) den Firn und die Gletscher bilden. Sie stellen gewissermaassen Sedimente des Luftoceans dar, so wie die gewöhnlichen sedimentären Formationen Bodensätze des Wasseroceans sind. Dagegen können die ebenfalls aus der Luft niedergefallenen Massen von vulcanischer Asche, vulcanischem Sande, Lapilli und Schlacken nicht füglich ohne Weiteres als sedimentäre Bildungen betrachtet und bezeichnet werden; sie erscheinen als eine eigenthümliche Art von eruptiven Bildungen, welche allgemein vulcanische Dejectionsgebilde (I, 691) genannt, und nur in denjenigen Fällen den sedimentären Gesteinen zugerechnet werden können, wenn sie im Wasser niedergefallen, und von demselben bearbeitet, gesichtet und in Schichten ausgebreitet worden sind (I, 689).

Mit den beiden Classen der sedimentären und eruptiven Formationen ist jedoch die Manchfaltigkeit der in der Natur vorliegenden Bildungen noch keinesweges erschöpft; vielmehr sehen wir uns genöthigt, noch eine dritte Classe einzuführen, ohne welche wir im buchstäblichen Sinne des Wortes den Grund und Boden für jene beiden anderen Classen verlieren würden.

Es fordern nämlich schon die ältesten sedimentären Formationen ein Material, aus welchem sie sich bilden, und eine Unterlage,

auf welcher sie sich ablagern konnten. Die ganze Reihe der sedimentären Formationen muss doch zuletzt von irgend Etwas getragen, und wenigstens den ersten Gliedern dieser Reihe musste ihr Material von irgend Etwas geliefert werden, was nicht als das Resultat einer sedimentären Naturoperation vorausgesetzt werden kann.

Eben so fordern schon die ältesten eruptiven Bildungen eine Decke, durch welche sie zur Eruption gelangen, und eine Unterlage, auf welcher sie sich ausbreiten konnten; und die ganze Reihe der eruptiven Bildungen muss, gerade so wie jene der sedimentären Bildungen, zuletzt von irgend Etwas getragen werden, was nicht als das Resultat einer eruptiven Naturoperation zu betrachten ist.

So finden wir uns denn also von zweien Seiten her genöthigt, eine ursprünglich vorhandene feste Kruste des Planeten vorauszusetzen, welche den Spielraum und das Fundament für alle späteren Bildungen abgab: eine primitive Kruste, über und unter welcher sich erst jene beiden Thätigkeiten der Natur entfalten konnten, durch welche einerseits die sedimentären, und anderseits die eruptiven Formationen zum Dasein gelangt sind. Diejenige Formation aber, aus welcher dieses uranfängliche Fundament besteht, wird sich füglich unter den Namen der primitiven oder themelischen Formation, der Ur- oder Grundformation aufführen lassen.

Zu dieser Formation gehören jene räthselhaften tiefsten Gebirgsglieder, welche sich durch ihre mehr oder weniger vollkommene Schichtung den sedimentären Bildungen, durch ihren mineralischen Bestand und ihre krystallinische Structur den eruptiven Bildungen anschliessen; allein es fehlen ihnen die klastischen Gesteine und die organischen Ueberreste, wodurch die sedimentären, es fehlen ihnen die gangartigen, kuppigen und stromartigen Gebirgsglieder, so wie die abnormen Verbandverhältnisse, wodurch die eruptiven Bildungen so ausgezeichnet sind. Es sind, mit einem Worte, viele von denjenigen Gesteinen, welche oben (I, 742 ff.) als kryptogene Gesteine aufgeführt wurden, also Glimmerschiefer, Gneiss, Hornblendschiefer u. s. w., denen wir in der primitiven oder themelischen Formation begegnen; Gesteine, welchen wir eine ursprüngliche Bildung in allen Fällen abzusprechen deshalb durchaus nicht berechtigt sind, weil in manchen Fällen ähnliche Gesteine auch durch Metamorphismus sedimentärer Schichten, oder auf dem Wege der Eruption gebildet worden sein können. Wer uns deshalb, weil einige Ablagerungen von Glimmerschiefer oder Gneiss für metamorphische Thonschiefer oder Grauwackenschiefer erkannt worden sind, allen Glimmerschiefer und allen Gneiss zu blossen Umbildungen

sedimentärer Gesteine, zu blosen metamorphosirten Schlammschichten machen will, der zieht uns geradezu den Boden unter den Füssen weg, und verweist uns auf eine transscendente Reihe von sedimentären Bildungen, welche nach unten gar kein Ende nimmt, oder vielmehr gar keinen nachweislichen Anfang hat, weil zuletzt die wirkliche sedimentäre Entstehung weder erkannt noch bewiesen, sondern lediglich als eine hypothetische Voraussetzung behauptet werden kann.

Die primitive Formation scheint eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit zu besitzen und sehr weit in die Tiefen der Erde hinabzureichen; dabei zeigt sie merkwürdiger Weise in allen Regionen, wo sie unbedeckt zu Tage austritt, eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Gesteine, ihrer Structur und Lagerungsform, dass man schon hieraus auf die Anerkennung eines grossartigen, über die ganze Erdoberfläche in gleicher Weise Statt gefundenen Bildungsprocesses geführt wird, welchem sie ihr Dasein verdanken muss. Und wenn sie auch über unermessliche Landstriche durch neuere Formationen so völlig verdeckt sein kann, dass sie dort nirgends sichtbar hervortritt, so dürfen wir doch mit vollem Rechte eine ununterbrochene Ausdehnung derselben unter allen uns bekannten sedimentären und eruptiven Formationen voraussetzen.

Die Nothwendigkeit einer primitiven Formation ist übrigens so einleuchtend, dass man kaum begreift, wie sie jemals bezweifelt werden konnte. Sie erscheint in der That als ein unerlässliches Postulat, ohne welches die Möglichkeit sowohl der sedimentären als auch der eruptiven Bildungen gar nicht zu begreifen ist. — Man hat sie auch unter dem Namen der prozoischen, azoischen oder hypozoischen*) Formation aufgeführt, weil sie lange vor dem Beginne der ersten Thier- und Pflanzenwelt vorhanden war, daher keine Spuren von organischen Ueberresten enthält, und unter allen fossilhaltigen Formationen gelagert ist. Allein azoisch sind auch alle eruptive Formationen, prozoisch ist auch die älteste Sedimentformation, und hypozoisch dürfte denn doch ein, dem damit gemeinten Begriffe zu wenig entsprechendes Wort sein.

Man könnte sich die primitive Formation vielleicht als den obersten Theil der ursprünglichen Erstarrungskruste unseres Planeten vorstellen, und es hat wohl auch diese Vorstellung hier und dort Eingang gefunden. Wir lassen jedoch ihre Bildungsweise dahingestellt, und begnügen uns einstweilen mit dem negativen Resultate, dass sie, nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse, weder eine sedimentäre Formation in der

*) Den Ausdruck prozoisch gebrauchte wohl zuerst Huot in seinem *Tableau géologique des roches etc.* 1827; azoisch ist, so viel mir bekannt, zuerst von Murchison, und hypozoisch von Phillips vorgeschlagen worden.

gewöhnlichen Bedeutung des Wortes, noch eine eigentliche eruptive Formation sein kann. Eine höchst merkwürdige Thatsache ist es jedenfalls, dass einige, verhältnissmässig weit jüngere Formationen in ihren Gesteinen, in ihrer Structur und Architektur eine auffallende Aehnlichkeit mit der primitiven Formation zeigen; (z. B. die Münchberger Gneissbildung in Oberfranken, die Protoginformation in den Alpen). Diese Thatsache, so wie der Umstand, dass es fast lauter kryptogene, oder geschichtete krystallinische Silicatgesteine sind, welche einestheils ganz entschieden als primitive, anderntheils als neuere Bildungen auftreten, macht es rathsam, beide unter dem gemeinschaftlichen Namen der kryptogenen Formationen oder auch der geschichteten Silicatformationen zusammenzufassen.

Viele, ja vielleicht die meisten jetzigen Geologen sind der Meinung, dass die Schichten der primitiven Formation sehr alte metamorphische Sedimentschichten seien. Bis für diese Meinung überzeugende Beweise beigebracht sein werden, möchte sie doch nur als der Ausdruck des Strebens zu billigen sein, auch die noch unbegreiflichen Erscheinungen wenigstens hypothetisch mit begreiflichen Erscheinungen in Verbindung zu bringen. „Worauf ruhte das älteste Sedimentgebilde", sagt Humboldt, „wenn Gneiss und Glimmerschiefer nur als umgewandelte Sedimentschichten betrachtet werden müssen?" (Kosmos, I, S. 299).

Die wirklichen metamorphischen Bildungen aber können, als blose locale Modificationen derjenigen sedimentären oder eruptiven Formationen, mit welchen sie in unmittelbarem Zusammenhange stehen, von denselben nicht füglich getrennt werden.

Da die sedimentären und die primitiven Formationen fast nur aus geschichteten, die eruptiven Formationen dagegen grösstentheils aus ungeschichteten Gesteinen bestehen, so hat man sie auch als geschichtete und ungeschichtete Formationen unterschieden. Lyell, welcher die Gesteine der primitiven Formation als metamorphische betrachtet, nannte sie, zum Unterschiede von anderen derartigen Gebilden, hypogen-metamorphische Gesteine, weil ihre Metamorphose in den Tiefen der Erde von unten nach oben Statt gefunden habe. Beudant und Andere haben die eruptiven Formationen auch unter dem Namen der independenten Formationen (*terrains indépendans*) eingeführt, weil sie allerdings in ihrer Lagerung eine völlige Unabhängigkeit von den übrigen Formationen beurkunden. Cäsar v. Leonhard führt die sedimentären Formationen als normale Bildungen auf, und vereinigt die eruptiven und primitiven Formationen unter dem Namen der abnormen Bildungen, während früher Marcel-de Serres dieselben Prädicate im entgegengesetzten Sinne benutzte, indem er die sedimentären Formationen *terrains anormaux,* die primitiven Formationen *terrains normaux* nannte.

§. 253. *Weitere Unterscheidung der Formationen nach ihrer besonderen Bildungsweise.*

Die primitive Formation lässt zwar sehr verschiedene Gesteine unterscheiden, allein die Bildungsweise aller dieser Gesteine muss eine ähnliche gewesen, d. h. sie muss in demselben Medio, unter ähnlichen Umständen, durch gleichartige Processe bewirkt worden sein, weshalb denn auch in dieser Hinsicht keine weiteren Unterschiede geltend zu machen sein dürften.

Dasselbe lässt sich wohl auch von gewissen neueren Bildungen behaupten, welche gleichsam wie Repetitionen jener ältesten Formation erscheinen, und den Beweis liefern, dass auch noch in späteren Perioden hier und da ähnliche Bildungsprocesse gewaltet haben müssen, wie diejenigen, unter deren Einflusse die Grundformation entstanden ist.

Im Gebiete der sedimentären Formationen dagegen begegnen wir einem auffallenden Unterschiede nach Maassgabe der verschiedenen Beschaffenheit desjenigen Gewässers, auf dessen Grunde ihre Bildung Statt gefunden hat. Sie zerfallen hiernach zuvörderst in marine und limnische Formationen, je nachdem sie im Meere, oder in Süsswasserseen abgesetzt wurden. Die Unterscheidung dieser beiderlei Bildungen beruht wesentlich auf dem zoologischen und botanischen Charakter der von ihnen eingeschlossenen organischen Ueberreste, ob solche nämlich auf Thiere und Pflanzen zu beziehen sind, wie sie im Meere, oder wie sie in Landseen gelebt haben.

An die limnischen Bildungen schliessen sich die fluviatilen Bildungen an, welche wiederum mit den marinen Formationen durch die fluvio-marinen oder Aestuarien-Bildungen in Verbindung stehen, dergleichen an den Meeresküsten unter dem Einflusse von Landgewässern, oder in Aestuarien, d. h. in weit geöffneten, seichten, und mit mehren Zuflüssen versehenen Meerbusen abgesetzt worden sind. Die marinen Bildungen aber werden als pelagische, und als litorale oder paralische unterschieden, je nachdem sie im freien und tiefen Meere, oder in der Nähe der Küsten auf seichtem Meeresgrunde zur Entwickelung gelangten; ein Unterschied, auf welchen theils aus dem Charakter ihrer organischen Ueberreste, theils aus gewissen petrographischen Verhältnissen geschlossen werden kann*).

*) Vergl. Constant Prévost, im *Bull. de la soc. géol. t. IX*, 1838, *p.* 90 ff. und *Alcide d'Orbigny*, *Cours élémentaire de Paléontologie*, 1850, *p.* 70 ff.

Die eruptiven Formationen endlich unterscheidet man zuvörderst als plutonische und als vulcanische Bildungen, je nachdem ihr Material lediglich durch Spalten und andere Eruptionsöffnungen aus dem Erdinnern hervorgepresst wurde, ohne dass dabei wirkliche Vulcane oder eigentliche vulcanische Eruptionsphänomene mit im Spiele waren, oder je nachdem diess letztere mehr oder weniger der Fall war. Ausserdem aber erscheinen diese eruptiven Bildungen theils als krystallinische oder hyaline, theils als klastische Bildungen, indem die ersteren aus stetig ausgedehnten, krystallinischen oder hyalinen (z. Th. auch an der Oberfläche schlackigen) Gesteinsablagerungen, die letzteren dagegen aus Breccien, Conglomeraten und Tuffen, oder auch aus losen Anhäufungen von Schlacken, Lapilli und Sand bestehen. Bei der Ablagerung mancher dieser klastischen eruptiven Gebilde fand ganz entschieden eine Mitwirkung des Wassers Statt, indem zwar ihr vorherrschendes Material eruptiver Natur ist, während doch Gesteinsbeschaffenheit, Schichtung und wohl auch organische Ueberreste dafür zeugen, dass der Absatz dieses Materials unter Wasser erfolgte, welches dasselbe bearbeitete, in Schichten ausbreitete und mehr oder weniger veränderte. Dergleichen Ablagerungen lassen sich vielleicht als amphotere Bildungen bezeichnen, weil ihr Material, bei sedimentärer Lagerungsform, dennoch eruptiver Entstehung und Herkunft ist*).

Es sind diess diejenigen Bildungen, welche C. Prévost als *formations pluto-neptuniennes* von den übrigen plutonischen Bildungen getrennt hat (*Bull. de la soc. géol.* X, *p.* 340 ff.). Zu ihnen gehören die meisten Trachyttuffe, Basalttuffe, Grünsteintuffe, Thonsteine oder Felsittuffe u. s. w. auch die Schlammlaven, und alle im schlammartigen Zustande aus dem Erdinnern hervorgetriebenen Massen, sofern ihr Material von pyrogenen Gesteinen abstammt.

§. 254. *Formationsglieder*, *Formationsgruppen*, *untergeordnete Gebirgsglieder*.

Viele Formationen, besonders aber die Sedimentärformationen, die primitive Formation und die ihr analog gebildeten neueren kryptogenen Formationen lassen eine Zusammensetzung aus verschiedenen, mehr oder weniger regelmässig über einander folgenden Etagen erkennen, welche man Formationsglieder zu nennen pflegt. Dergleichen Formationsglieder unterscheiden sich zwar von einander durch gewisse petro-

*) Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. von Naumann und Cotta, Heft II, S. 426.

graphische und (dafern die Formation überhaupt fossilhaltig ist) durch gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten, so wie durch ihre Lagerungsfolge oder bathrologische Stellung; sie pflegen aber doch an ihren Gränzen durch Wechsellagerung (I, 903 u. 934) oder Gesteinsübergänge so innig verknüpft zu sein, und erweisen sich auch ausserdem durch ihr Zusammenvorkommen innerhalb derselben Verbreitungsgebiete, durch ihre Aufeinanderfolge in concordanter Lagerung (I, 927) so wie durch die allgemeine Analogie und theilweise Identität ihrer organischen Ueberreste und Gesteine so entschieden als successive Producte eines, innerhalb derselben Periode eingeleiteten und stetig durchgeführten Bildungsprocesses, dass sie eben deshalb zu einer und derselben Formation vereinigt werden müssen.

Auch bei manchen eruptiven Formationen begegnen wir ähnlichen Verhältnissen, welche gleichfalls eine Unterscheidung verschiedener Formationsglieder zulassen, obgleich ihnen die auf die organischen Ueberreste gegründeten Merkmale abgehen. Wo aber mächtige Etagen krystallinischer Gesteine mit anderen Etagen klastischer Gesteine, z. B. mit Conglomeraten und Tuffen verbunden sind, oder wo verschiedene, durch einen constanten Gesteinshabitus ausgezeichnete Ablagerungen derselben eruptiven Gesteinsart über und durch einander liegen, da lassen sich diese verschiedenen Ablagerungen als eben so viele Formationsglieder einer und derselben eruptiven Formation betrachten.

Auf der andern Seite giebt es auch gewisse, unmittelbar auf einander folgende Formationen, welche sich theils durch concordante Lagerung und öftere Coincidenz ihrer Verbreitungsgebiete, theils durch gewisse allgemeine petrographische und paläontologische Analogieen an einander anschliessen, während sie sich durch dieselben Verhältnisse sowohl von allen früheren, als auch von allen späteren Formationen unterscheiden. Dergleichen Inbegriffe von Formationen hat man Formationsgruppen genannt; sie sind bis jetzt fast nur im Gebiete der sedimentären Formationen hervorgehoben worden.

Die untergeordneten Gebirgsglieder der sedimentären und kryptogenen (überhaupt der geschichteten) Formationen erscheinen stets in der Form von Schichten, Lagern und Lagerstöcken (I, 915), die untergeordneten Glieder der eruptiven Formationen dagegen gewöhnlich in der Form von Gängen, Gangstöcken, kleinen Kuppen und Strömen. Dabei dürfen jedoch nur die eigenthümlichen und wesentlichen, d. h. die mit den Hauptgliedern jeder Formation gleichzeitig, also in derselben Periode oder zu derselben Epoche gebildeten und in nothwendigem Zusammenhange stehenden untergeordneten Gebirgsglieder berück-

sichtigt werden, weil die ausserdem im Gebiete der Hauptglieder etwa noch auftretenden Gebirgsglieder als fremdartige, später gebildete und ganz unwesentliche Accessoria zu betrachten sind.

Kalksteinlager oder Erzlager, welche im Gneisse, Glimmerschiefer, Thonschiefer oder Grauwackenschiefer liegen, sind wesentliche und eigenthümliche, dagegen Porphyrgänge, Grünsteingänge, Basaltgänge und Erzgänge, welche im Gebiete derselben Gesteine auftreten, unwesentliche und fremdartige, auf ganz andere Formationen bezügliche untergeordnete Gebirgsglieder, deren Untersuchung gar nicht mit zu der Betrachtung derjenigen Formationen gehört, in welchen sie aufsetzen.

§. 255. *Allgemeine Kriterien für die Aufeinanderfolge der Formationen.*

Die Verschiedenheit der Formationen wird nicht blos durch die Qualität ihres Bildungsprocesses, sondern auch ganz vorzüglich durch ihre Lagerung ausgedrückt. Die Lagerungsfolge liefert uns in der That die sichersten Kriterien für die Beurtheilung der successiven Aufeinanderfolge der Formationen, und indem wir solche in der Verticale aufwärts, also von unten nach oben, auszumitteln versuchen, gewinnen wir, zugleich mit der natürlichen Reihenfolge der Formationen, die eigentliche Grundlage für die Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste. Denn die räumlichen Beziehungen der Formationen, welche sich uns in ihren Lagerungsverhältnissen kund geben, stehen in einem nothwendigen Zusammenhange mit ihren zeitlichen Beziehungen, und lassen uns daher, wenn auch nicht das absolute, so doch mit der grössten Evidenz das relative Alter derselben erkennen. Jede Formation repräsentirt eine bestimmte Periode oder Epoche in der Entwicklungsgeschichte der Erdkruste, und die bathrologische Stellung (I, 910) derselben entspricht ihrer chronologischen Stellung.

Hieraus ergiebt sich die ausserordentliche Wichtigkeit der Lagerungsverhältnisse für die Geognosie*); es ergiebt sich aber auch die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Feststellung und gewissenhaften Anwendung derjenigen Kriterien, auf welchen die Ermittelung der Lagerungs- und Successions-Verhältnisse der Formationen beruht. Diese Kriterien sind, mit Ausschluss der nachher noch besonders zu besprechenden paläontologischen Merkmale, wesentlich folgende:

*) *Les rapports de gisement forment la partie essentielle de la science géologique, appelée géognosie*, sagte Boué im *Guide du Géologue voyageur*, 1836, II, *p.* 537.

1) Jedes sedimentäre oder eruptive Gebirgsglied, welches in grosser horizontaler Verbreitung anderen Gebirgsgliedern aufgelagert erscheint, ist nothwendig jünger als seine Unterlage.

Bei grosser horizontaler Verbreitung unterliegt es nämlich keinem Zweifel, dass wir es mit gesetzmässiger, und nicht mit anomaler Lagerung zu thun haben (I, 911); die Massen des aufliegenden Gebirgsgliedes müssen sich also auf der Oberfläche der unterliegenden Gebirgsglieder abgesetzt haben, welche letztere bereits vorhanden waren, um das Fundament des ersteren liefern zu können. Dieses Kriterium gilt bei concordanter wie bei discordanter Lagerung; es gilt auch gewöhnlich bei stark aufgerichteter, wie bei schwach geneigter oder horizontaler Schichtenlage, sobald nämlich die Aufrichtung der Schichten nicht bis in verticale oder überkippte Stellung übergegangen ist. Denn wo derartige Schichtenstellungen, wo grossartige Ueberschiebungen (I, 976) und ähnliche Störungen des Gebirgsbaues vorliegen, da wird dieses Princip allein nicht mehr zur Erkennung der gesetzmässigen Lagerungsfolge gelangen lassen.

2) Wenn zwei geschichtete Gebirgsglieder in discordanter Lagerung auf einander folgen, so war ihre Bildung in der Regel durch einen grossen Zeitraum getrennt, in welchem zugleich das untere oder ältere Gebirgsglied eine gewaltsame Störung seiner ursprünglichen Lagerung erlitten hat.

Diess folgt unmittelbar aus dem Begriffe der discordanten Lagerung, wie solcher Bd. I, S. 928 erläutert worden ist. Nur dann, wenn die discordante Lagerung selbst erst durch spätere gewaltsame Dislocationen hervorgebracht worden ist, verliert dieses Princip seine Giltigkeit.

3) Jedes Gebirgsglied von durchgreifender Lagerung ist nothwendig jünger, als diejenigen Gebirgsglieder, durch welche es hindurchgreift.

Gegen die Richtigkeit dieses Principes ist wohl nichts einzuwenden, sobald man den Begriff der durchgreifenden Lagerung in seiner wahren und eigentlichen Bedeutung festhält, welcher zufolge das durchgreifende Gebirgsglied in seiner Lagerung von denen dasselbe einschliessenden präexistirenden Massen bestimmt worden ist; (I, 910 und 913).

Es kommen nämlich Fälle vor, welche den Schein einer durchgreifenden Lagerung an sich tragen, ohne doch wirklich in die Kategorie dieser Lagerung zu gehören. Wenn sich z. B. auf dem, mit steil aufragenden Felsen versehenen Meeresgrunde horizontale Schichten absetzten, so können diese Felsen zuletzt gänzlich in solchen Schichten begraben werden; gelangte nun später dieser Meeresgrund zur Emersion und wurde das so gebildete Land von Gewässern durchschnitten, so werden die Querschnitte dieser Felsen wie Massen von durchgreifender Lagerung erscheinen. Es ist aber einleuchtend, dass in dieser Erscheinung, wie trügerisch sie auch sein mag, die Bedingungen der

durchgreifenden Lagerung durchaus nicht erfüllt sind; denn die Felsen existirten schon vor denen sie einschliessenden Schichten, und ihr Gestein ragte schon lange in denselben schroffen Formen auf, welche von diesen Schichten umlagert wurden.

Auch die nicht so gar selten vorkommenden Fälle, dass präexistirende tiefere Gesteinsmassen bei gewaltsamen Bewegungen der Erdkruste durch die über ihnen liegenden Schichten hindurchgestossen worden sind, müssen von der eigentlichen durchgreifenden Lagerung unterschieden werden, obgleich dabei formale Verhältnisse zur Ausbildung kommen konnten, welche denen der durchgreifenden Lagerung ganz ähnlich erscheinen. Besonders auffallend werden dergleichen Erscheinungen, wenn hoch und schroff aufragende Theile eines älteren geschichteten Gebirgsgliedes durch neuere Bedeckungen hervorgetrieben worden sind; wie diess z. B. nach Boué und Beyrich mit dem von Pusch sogenannten (jurassischen) Klippenkalke bei Neumark in den Karpathen (südlich von Krakau) der Fall ist, welcher daselbst durch den überliegenden (tertiären) Karpathensandstein hindurchgestossen worden ist*); eben so berichtet Escher von der Linth, dass am Nordabfalle der Voirons mitten aus dem Flysche ein senkrecht stehendes Riff von Jurakalkstein auftaucht, welches durch gewaltsame Bewegungen zwischen dem Flysch herausgedrängt und eingeklemmt wurde**).

4) Jedes Gebirgsglied von untergreifender Lagerung ist jünger, als sein unmittelbares Hangendes.

Die untergreifende Lagerung unterscheidet sich ja gerade dadurch von der blosen Unterlagerung, dass bei dieser letzteren das Unterliegende älter ist, als das Aufliegende, während bei der ersteren das Gegentheil Statt findet (I, 913). Wo also alle Verhältnisse darauf hinweisen, dass eine tiefer liegende Masse mit der aufliegenden durch untergreifende Lagerung verbunden ist, da wird auch nothwendig die Posteriorität jener, und die Priorität dieser anerkannt werden müssen.

5) Jedes Gebirgsglied, welches mit Apophysen (I, 905) in das angränzende Nebengestein hinausgreift, ist in der Regel später gebildet worden, als dieses Nebengestein.

Von dieser Regel kommen nur selten Ausnahmen vor, wie z. B. wenn das noch plastische und nachgiebige Material einer Schicht durch den Druck der aufliegenden Massen hier und da in die Risse und Spalten dieser letzteren hineingepresst worden ist; eine Erscheinung, welche bisweilen bei Steinkohlenflötzen beobachtet wird, von welchen Schmitzen und Adern auch in den hangenden Sandstein oder Schieferthon auslaufen. Mit Ausnahme dieser und ähnlicher Fälle dürfte die Regel als allgemein giltig zu betrachten sein; wie sie denn auch sogar in dem angedeuteten Falle wenigstens insofern noch Giltigkeit hat, wiefern die so gebildeten Schmitzen und Adern selbst späte-

*) Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1844, S. 67.

**) Neues Jahrbuch der Min. 1846, S. 423.

rer Entstehung sind, als das hangende Gestein, obwohl die Schicht, von welcher sie auslaufen, früher abgesetzt wurde.

6) Jedes Gebirgsglied, welches wirkliche Fragmente oder Gerölle eines anderen Gebirgsgliedes umschliesst, ist nothwendig jünger, als dieses letztere.

Dieses Princip ist an und für sich so einleuchtend, dass es gar keiner weiteren Erläuterung bedarf. Dass ein Conglomerat oder eine Breccie, dass überhaupt ein jedes klastische Gestein jünger sein muss als diejenigen Gesteine, welche das fragmentare Material zu seiner Bildung geliefert haben, diess ist wohl nur von denen bezweifelt worden, welche die Fragmente und Gerölle gar nicht für wirkliche Bruchstücke und Rollstücke, sondern für gleichzeitige Concretionen erklären. Diese von Gerhard und Mohs ziemlich allgemein, von Heim, Jameson, v. Hoff, Rengger, Omalius d'Halloy und Anderen wenigstens für einzelne Fälle als zulässig erkannte Ansicht dürfte jedoch in der That nur für sehr wenige conglomeratähnliche Bildungen anzunehmen, dagegen für die meisten Conglomerate und Breccien entschieden zurückzuweisen sein*). Nur bei denjenigen Bd. I, S. 690 erwähnten eruptiven Reibungsbreccien, in welchen die Fragmente aus demselben Material bestehen wie das Cäment, ist fast eine gleichzeitige Bildung der Bruchstücke mit dem aus ihnen zusammengesetzten Gesteine anzunehmen, obwohl auch hier die Erstarrung der ersteren der Bildung des ganzen Gesteins um etwas vorausgegangen sein muss.

7) Jedes Gebirgsglied, welches entschiedene Störungen in der Structur oder in den Lagerungsverhältnissen angränzender Gebirgsglieder hervorgebracht hat, ist entweder später gebildet, oder doch wenigstens später an die gegenwärtige Stelle seines Ablagerungsraumes versetzt worden, als diese angränzenden Gebirgsglieder.

In jedem Falle, wo dergleichen Störungen vorliegen, ist es daher von der grössten Wichtigkeit, sich Gewissheit darüber zu verschaffen, ob diese Störungen von der Art sind, dass ihre Ursache in Einwirkungen gesucht werden muss, welche mit dem ursprünglichen Bildungsprocesse des störenden Gesteins verbunden waren, oder ob sie durch blose Translocationen seiner bereits fertigen und vielleicht schon vor langer Zeit gebildeten Massen erklärt werden können.

8) Jedes Gebirgsglied, von dessen Massen eine metamorphische Einwirkung auf die Gesteine der angränzenden Gebirgsglieder ausgeübt worden ist, muss in der Regel jünger sein, als diese letzteren.

*) Hieraus ergiebt sich die Wichtigkeit einer genauen petrographischen Untersuchung der in den Conglomeraten eingeschlossenen Gerölle und Geschiebe. Vergl. Bd. I, S. 544.

Wenn nämlich die metamorphische Wirkung von der Art ist, dass sie nur aus gewissen, bei der Bildung des metamorphosirenden Gesteins wirksam gewesenen Ursachen erklärt werden kann, dann wird dieses Kriterium unbedingt geltend zu machen sein; wie z. B. wenn wir Thonschiefer beobachten, welcher in der Umgebung des Granites in Fleckschiefer oder Cornubianit, wenn wir Kreide beobachten, welche im Contacte mit Basalt in körnigen Marmor umgewandelt worden ist. Wenn dagegen, wie diess wohl vorkommen kann, die metamorphische Einwirkung von der Art ist, dass ihre Ursache in der Zersetzung, oder wohl gar in der Zerstörung desjenigen Gesteins gesucht werden muss, von dessen Gränze die Metamorphose ausging, so würde der Schluss auf das jüngere Alter desselben sehr unzulässig sein.

§. 256. *Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste; Perioden und Epochen derselben.*

Die Formationslehre ist zugleich als eine allgemeine Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste zu betrachten. Wenn nun auch diese Kruste im Vergleich zu den Dimensionen der ganzen Erde nur eine sehr geringfügige Dicke besitzt, so ist doch ihre absolute Mächtigkeit so bedeutend, und ihre Zusammensetzung so manchfaltig, dass sie schon an und für sich einen sehr grossartigen und reichhaltigen Gegenstand der Untersuchung darbietet, und dass dieser, uns fast allein zugängliche Theil der Entwickelungsgeschichte unsers Planeten alle Speculationen über die Urzustände desselben wie an Evidenz so auch an Interesse bei weitem übertrifft. Denn gleichwie sich die älteste Geschichte der Völker in Sagen und Mythen verliert, so geht auch die älteste Geschichte der Erde grösstentheils in Hypothesen auf, unter denen fast nur eine den Charakter eines wirklichen Theorems trägt; es ist diess die Hypothese von einem ursprünglich feurigflüssigen Zustande des Planeten und von einer durch Erstarrung gebildeten ersten Kruste desselben; (I, 66 f.).

Ob wir aber das Material dieser uranfänglichen Kruste irgendwo an der Erdoberfläche wirklich zu Tage austreten sehen, diess ist eine Frage, deren Beantwortung wohl nicht mit Sicherheit gegeben werden kann, und vielleicht eher verneinend als bejahend ausfallen dürfte. Das tiefste uns bekannte Fundament, die primitive oder themelische Formation, erscheint mit solchen petrographischen und geotektonischen Eigenschaften, dass man sich kaum ohne Weiteres dazu verstehen kann, in ihr jene ursprüngliche Erstarrungskruste anzuerkennen. Es würde wenigstens die Voraussetzung ganz eigenthümlicher, aber freilich uns noch völlig unbekannter Umstände erfordern, unter welchen die Erstarrung erfolgt wäre, um eine solche Deutung der primitiven Formation zu

rechtfertigen. Weil aber doch so viel fest steht, dass diese Formation allen uns bekannten wirklich sedimentären und eruptiven Formationen vorausgegangen ist, so repräsentirt sie auch die älteste Periode in der Entwickelungsgeschichte der äussern Erdkruste.

In dem weiteren Verlaufe dieser Geschichte giebt sich nun eine Reihenfolge verschiedener Perioden und dazwischen fallender Epochen kund, von welchen die ersteren durch die sedimentären Formationen und säcularen Dislocationen, die letzteren durch die eruptiven Formationen und instantanen Dislocationen der Erdkruste bezeichnet werden (I, 247).

Die Ausbildung einer sedimentären Formation war nämlich allemal das Werk eines langsam, ruhig und stetig verlaufenden Processes, der über grosse Räume und durch lange Zeiten hindurch ununterbrochen innerhalb derselben Bassins fortdauerte, in welchen er einmal eingeleitet worden war. Mit der Bildung derselben Formationen standen aber auch die säcularen und ganz allmälig erfolgten Hebungen und Senkungen grösserer Regionen der Erdveste im genauesten, ja man kann sagen in einem nothwendigen Causalzusammenhange. Denn durch die säcularen Hebungen wurden ganz allmälig grosse Strecken des tiefen Meeresgrundes erst in seichten Meeresgrund und endlich in trocknes Land, durch die säcularen Senkungen aber wurde Land in Meer, und seichter Meeresgrund in tiefen Meeresgrund verwandelt.

Dagegen war die Ausbildung der eruptiven Formationen mehr das Werk rascher, nur dann und wann eintretender Processe, welche eine kurze Zeit hindurch ihre volle Energie behaupteten, um dann während langer Zeiträume zu schlummern. Dasselbe gilt auch von den instantanen oder plötzlich erfolgten Erhebungen der Gebirgsketten und von den ähnlichen Senkungen einzelner Theile der Erdoberfläche, welche beide, eben so wie jene Eruptionen, mehr oder weniger störend in den Gang der sedimentären Operationen der Natur eingriffen, und daher heftige und gewaltsame Ereignisse, eigentliche Revolutionen und Kataklysmen in ihrem Geleite und Gefolge hatten.

Hieraus ergiebt sich aber, dass im Allgemeinen die Perioden in der Entwickelungsgeschichte der Erdkunde mehr durch die sedimentären Formationen und säcularen Dislocationen, die Epochen derselben aber mehr durch die eruptiven Formationen und instantanen Dislocationen bestimmt werden.

Die beiden Worte Periode und Epoche werden freilich von vielen Geologen ganz *promiscue* gebraucht; es ist jedoch sehr zu wünschen, dass

man sich in dieser Hinsicht an einen bestimmten, und, was die Hauptsache ist, an einen richtigen Sprachgebrauch gewöhnen möge.

§. 257. *Verschiedene Bildungsräume der Formationen und daraus sich ergebende Folgerungen.*

Wenn wir auch von den primitiven, aus kryptogenen Gesteinen bestehenden Bildungen einstweilen absehen, weil uns über deren Bildungsweise nur mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothesen, aber keine apodiktischen Kenntnisse zu Gebote stehen, so finden wir doch in den Verhältnissen der sedimentären Bildungen zahlreiche Beweise dafür, dass zwar seit ihrem ersten Anfange Land und Meeresgrund neben einander bestanden haben müssen, dass aber die Vertheilung von Wasser und Land im Laufe der Zeiten einem vielfachen und wiederholten Wechsel unterworfen gewesen ist. Die Oberfläche der festen Erdkruste ist daher abwechselnd bald hier bald dort, bald in grösseren bald in kleineren Regionen, bald nach dieser bald nach jener Richtung über den Meeresspiegel zur Emersion gelangt, während andere Regionen derselben submergirt blieben, oder einer abermaligen Submersion unterlagen.

Dieselben Bewegungen der Erdkruste, für deren Möglichkeit und Wirklichkeit uns schon die, nur eine kurze Spanne Zeit begreifende historische Ueberlieferung so unwiderlegliche Beweise in kleinerem Maassstabe vorführt (I, 247—257), dieselben Bewegungen haben in denen nach Myriaden von Jahren zu messenden Perioden der Vorzeit in weit grossartigerem Maassstabe Statt gefunden; und so gilt denn in der That zu allen Zeiten von der Erdveste, was Seneca sagt: *nihil ita, ut immobile esset, natura concepit, neque id ipsum, supra quod stamus, stabile est.*

Die Vertheilung von Wasser und Land hat also im Laufe der geologischen Perioden viele Male gewechselt*), und, könnten wir auf einem Globus die den verschiedenen Perioden entsprechenden Erdtheile nach ihrer Lage und Ausdehnung entwerfen, so würden wir eine Reihe sehr verschiedener Bilder erhalten und die Ueberzeugung gewinnen, dass dem gegenwärtigen Bilde des *globus terraqueus* ein ganz anderes Gesetz der Vertheilung von Wasser und Land zu Grunde liegt, als allen jenen Bildern, welche sich auf frühere Perioden beziehen; (I, 395 ff.).

*) Man war wohl bisweilen der Ansicht, dass eine Absonderung des Oceans in verschiedene Meere erst in den neueren geologischen Perioden eingetreten sei, während in früheren Perioden (sogar bis zur Kreideformation) die ganze Erdoberfläche ein ungetheiltes, nur durch einzelne Inselgruppen unterbrochenes Meer gewesen sei. *Marcel-de-Serres, Géognosie des terrains tertiaires*, 1829, *p.* 1—11.

Wenn sich diess aber wirklich so verhält, so werden wir auch zu der Anerkennung der Wahrheit genöthigt, dass in der Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste nicht nur Bildungszeiten, sondern auch Bildungsräume unterschieden werden müssen. Diese Wahrheit, welche in solcher Bestimmtheit und Allgemeinheit, so viel ich weiss, zuerst Carl v. Raumer ausgesprochen hat*), dürfen wir niemals ausser Acht lassen, wenn wir die Verhältnisse der verschiedenen Formationen von einem richtigen Gesichtspuncte aus beurtheilen wollen.

Der jedesmalige Meeresgrund war es ja, welcher den hauptsächlichen Spielraum für die Ausbildung der Sedimentformationen lieferte; das Land als solches nahm an dieser Ausbildung gewissermaassen nur einen passiven Antheil, indem seine Oberfläche von den Bächen und Flüssen fortwährend benagt, und der so gebildete Gesteinsschutt in das Meer hinausgeschafft wurde, welches seinerseits an den Küsten eine ähnliche Erosion und Abrasion bewirkte. Der Meeresgrund war es ja ferner, auf welchem die Ueberreste unzähliger organischer Körper zum Absatze gelangten, auf welchem sich Korallenriffe und Muschelbänke ausbildeten, deren abgestorbene Generationen das Material zu mächtigen und ausgedehnten Schichtensystemen lieferten. Die Regionen des jedesmaligen Meeresgrundes sind daher auch als die hauptsächlichen Bildungsräume der Sedimentformationen zu betrachten, indem die Süsswasserbassins des Landes nur kleinere dergleichen Bildungsräume für die limnischen Formationen lieferten.

Da nun aber der Ocean zu allen Zeiten bald auf diese, bald auf jene Weise durch Continente in verschiedene Meere getrennt gewesen sein wird; da sich während einer jeden, durch eine bestimmte Vertheilung von Wasser und Land charakterisirten Periode die Meere nach verschiedenen Richtungen und mit verschiedenen Dimensionen zwischen den Continenten und Inseln ausgedehnt haben werden; und da diese Vertheilung von Meer und Land, eben so wie die Vertheilung der Landgewässer, von einer Periode zur andern gewechselt haben kann, so ergeben sich schon *a priori* die nachstehenden Folgerungen:

1) dass keine sedimentäre Formation in ununterbrochener Ausdehnung über den ganzen Erdball zur Ausbildung gelangt sein kann, und

*) In seinem Werke: das Gebirge Niederschlesiens 1819, S. 164; vergl. auch Wagner, Geschichte der Urwelt, 1845, S. 60. Sehr gute Bemerkungen über diese Verhältnisse gab auch v. Blöde in seinem Versuche einer Darstellung der Gebirgsformations-Systeme Russlands, S. 4 ff.

dass also eine jede derselben nur innerhalb gewisser Bildungräume zu erwarten ist*);

2) dass die während einer und derselben Periode in verschiedenen, von einander getrennten Meeres-Regionen gebildeten Ablagerungen derselben Formation rücksichtlich ihrer Gesteine, ihrer Mächtigkeit, ihrer Gliederung u. s. w. mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten zeigen werden;

3) dass die in verschiedenen, wenn auch vielleicht unmittelbar auf einander folgenden Perioden gebildeten Sedimentformationen ganz verschiedene Bildungsräume erfüllen können, so dass z. B. die eine Formation theilweise in dem Gebiete einer früheren Formation enthalten ist, während sie theilweise weit über das Gebiet derselben hinausgreift; und

4) dass die vollständige Reihe aller Sedimentformationen in keiner Gegend vorausgesetzt werden kann; dass also, wenn wir jene vollständige Reihe durch die Buchstabenreihe *A*, *B*, *C*....*Z* ausdrücken, in einer und derselben Gegend gewöhnlich nur verschiedene einzelne dieser Buchstaben, oder, im günstigsten Falle, einzelne Buchstabenfolgen vorhanden sein werden, zwischen welchen andere Buchstaben und Buchstabenfolgen vermisst werden.

Sedimentbildungen, welche bei einer auffallenden und wesentlichen Verschiedenheit ihrer Gesteine, dennoch für gleichzeitig erkannt werden, nennt man äquivalente Bildungen. Man gebraucht diesen Ausdruck insbesondere auch für diejenigen limnischen und fluviomarinen Formationen, welche gleichzeitig mit gewissen marinen Formationen zur Ausbildung gelangt sind.

Was aber für die sedimentären Formationen gilt, das bestätigt sich auch für die eruptiven Formationen; auch sie werden immer auf gewisse Bildungsräume beschränkt sein, weshalb denn keine einzige derselben in stetiger Verbreitung über die ganze Erdoberfläche vorausgesetzt werden kann. Ja, es ist ein in der ganzen Natur und Bildungsweise der eruptiven Formationen nothwendig begründetes Verhältniss, dass ihre Bildungsräume in der Regel eine weit geringere Ausdehnung haben werden, als diejenigen der marinen Sedimentformationen, dass sie also niemals in ununterbrochenen Ablagerungen über so grossen Flächen angetroffen werden, wie diess mit den meisten sedimentären Formationen der Fall ist. Gewöhnlich treten sie in beschränkteren Ablagerungen auf, welche bald längs gewisser Linien und Zonen, oder um gewisse Mittelpuncte gruppirt, bald auch ganz sporadisch und ohne eine erkennbare

*) Vergl. auch v. Blöde, a. a. O. S. 14 ff.

Regel vertheilt sind. Selbst nachbarliche dergleichen Ablagerungen haben, ungeachtet ihrer grossen Nähe, vielleicht niemals an der Erdoberfläche in einem unmittelbaren Zusammenhange gestanden, und die Zwischenräume, welche sie gegenwärtig trennen, sind gar häufig niemals von ihnen erfüllt gewesen. — Diese Beschränktheit der Bildungsräume der eruptiven Formationen wird aber einigermaassen durch die grosse Anzahl derselben aufgewogen, indem eine und dieselbe eruptive Formation an zahlreichen Puncten der Erdoberfläche, unter allen möglichen Zonen, und auf dem Lande so gut wie auf dem Meeresgrunde hervorgetreten sein kann.

Sollte es eine Formation geben, welche, eben so wie die eruptiven Formationen, unter allen Zonen auftritt, und überall dieselbe oder doch eine sehr ähnliche Beschaffenheit ihrer Gesteine zeigt; welche da, wo sie hinreichend entblöst ist, in der Grösse ihrer Verbreitungsgebiete mit den sedimentären Formationen wetteifert, während doch nicht nur dieser Umstand, sondern auch ihre geotektonischen Verhältnisse den Gedanken an eine eruptive Entstehungsweise verbieten; so würden wir wenigstens zu der Vermuthung berechtigt sein, dass eine solche Formation zu einer Zeit entstand, wo auf der ganzen Oberfläche des Planeten, von einem Pole bis zum andern, noch völlig gleiche Umstände und Bedingungen walteten, und dass sie aus ähnlichen Materialien durch einen gleichartigen Bildungsprocess hervorgegangen sei. Es giebt nun in der That eine Formation von so universalem Charakter; eine Formation, welche überall, wo sie unter den jüngeren Formationen hervortaucht, eine überraschende allgemeine Aehnlichkeit ihrer petrographischen und geotektonischen Eigenschaften erkennen lässt, während sie sich zugleich als eine ganz allgemein verbreitete Formation dadurch beurkundet, dass sie wirklich überall hervortritt, wo nur die Erdoberfläche auf gehörige Tiefe blos gelegt ist. Es ist diess die primitive Formation, von welcher man daher wohl behaupten kann, dass ihr Bildungsraum die ganze Erdoberfläche umfasste, und dass sie die älteste für uns erreichbare Gesteinsschale unsers Planeten repräsentirt, welche durch eigenthümliche, bis jetzt noch ganz räthselhafte Bildungsprocesse entstanden ist. Der Schlüssel zur Erklärung dieser Bildungsprocesse kann wohl nur durch ein gründliches und vorurtheilsfreies Studium derjenigen neueren Formationen gefunden werden, welche mit jener ältesten Formation so viele Analogieen zeigen, und gewöhnlich eben so wie diese etwas leichtfertig als metamorphische Bildungen abgefertigt werden.

B. Verhältnisse der Sedimentformationen.

§. 258. *Allgemeine Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Sedimentformationen.*

Obgleich mit Recht angenommen werden kann, dass die ältesten Sedimentschichten noch unter solchen Umständen abgesetzt wurden,

welche mit dem Bestehen organischer Wesen unvereinbar waren, so unterliegt es doch gar keinem Zweifel, dass die Erdoberfläche während der Bildungsperioden aller späteren Sedimentformationen von einer organischen Welt belebt war; denn wir finden ja die Ueberreste von Thieren und Pflanzen in den Schichten aller dieser Formationen mehr oder weniger reichlich eingeschlossen.

Es wurde bereits oben (I, 812 ff.) darauf hingewiesen, dass die Thier- und Pflanzenwelt von ihrem ersten Auftreten an bis zu der gegenwärtigen Periode eine Reihe verschiedener Entwickelungsstufen durchlaufen habe, dass also zu verschiedenen Zeiten verschiedene Organismen existirten, und dass den successiven sedimentären Bildungsperioden gewissermaassen successive Schöpfungsperioden im Thier- und Pflanzenreiche entsprechen. Daraus folgt nun aber, dass die Sedimentformationen verschiedener Perioden auch durch die Ueberreste verschiedener Species und Genera, ja sogar bisweilen verschiedener Familien und Ordnungen charakterisirt sein, dass uns also die fossilen Thier- und Pflanzenformen vortreffliche Hilfsmittel zur Bestimmung der relativen Altersfolge der Sedimentformationen darbieten werden.

Diese organischen Ueberreste vertreten gewissermaassen die Stelle von Inscriptionen, in welchen, wenn auch nicht Jahreszahl und Datum, so doch gewisse allgemeine Zeitbestimmungen ausgedrückt sind, die uns wenigstens das relative Alter der betreffenden Schichten erkennen lassen. Wie uns also punische, griechische oder römische Inschriften darüber belehren, dass die betreffenden Monumente aus der Zeit der Karthager, der Griechen oder Römer stammen, so vermögen wir aus der Anwesenheit dieser oder jener organischen Ueberreste auf die geologische Periode zu schliessen, in welcher die Schichten abgesetzt worden sind. Daher gewinnen die paläontologischen Merkmale der Formationen eine chronologische Bedeutung; sie liefern uns die wichtigsten Documente für die Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste und für die Beurtheilung der grossartigen Veränderungen, denen solche im Laufe der Zeiten unterworfen war. *Natura, rerum suarum scriptor, aeterna haec suarum vicissitudinum documenta nobis reposuit**).

Die Thatsache, dass verschiedene Sedimentformationen im Allgemeinen durch wesentlich verschiedene Fossilien charakterisirt werden, hat nun eine ausserordentliche Wichtigkeit für die Geognosie. Die Reliquien der allmälig nach einander zum Dasein gelangten Organismen haben denen nach und über einander gebildeten Schichtensystemen einen

*) *Reinecke, Maris protogaei Nautili, p.* 3.

chronologischen Stempel aufgedrückt, welcher uns in den meisten Fällen gestattet, über den Synchronismus oder Metachronismus der Formationen ein sicheres Urtheil zu fällen. Durch diese ihre chronologische Bedeutung gewinnen aber die organischen Ueberreste auch zugleich den Werth von bathrologischen Merkmalen; sie belehren uns über die Stelle, welche einem Schichtensysteme in der Reihe der Sedimentformationen zukommt. Wo uns daher die Lagerungsverhältnisse im Stiche lassen, weil diese Reihe vielleicht nur sehr unvollständig zur Ausbildung gebracht, oder weil die gesetzmässige Lagerung durch Störungen des Gebirgsbaues verkehrt und umgestürzt worden ist, da werden die organischen Ueberreste als die wichtigsten Merkmale bei der Formationsbestimmung zu Rathe gezogen werden müssen. Ja selbst da, wo verschiedene, jedoch petrographisch ähnliche Sedimentformationen in concordanter Lagerung über einander auftreten, wo also kein Zeitabschnitt, keine Intermittenz des Bildungsactes weder durch Discordanz der Schichtung, noch durch auffallende Gesteinsverschiedenheit angezeigt ist, selbst da haben wir vorzugsweise die Fossilien zu befragen, um die Verschiedenheit der Formationen erkennen und ihre Demarcationslinien bestimmen zu können.

Wenn wir z. B. irgendwo auf den ältesten Formationen, auf Gneiss, Glimmerschiefer oder altem Thonschiefer eine Sandstein- oder Kalksteinformation abgelagert finden, unter welcher keine ältere, und über welcher keine jüngere bereits bestimmte Sedimentformation vorhanden ist, und in welcher weder Conglomeratschichten noch gangartige Bildungen vorkommen, deren Gerölle oder Gesteine uns irgend eine Hinweisung auf ihre wahre bathrologische Stelle gewähren könnten, dann sind wir in der That von allen anderen *Hilfsmitteln* verlassen; dann bleibt uns nur noch die Hoffnung übrig, in den Fossilien ein Anhalten zur Bestimmung jener Stelle zu finden.

Dass wir uns nicht selten, sowohl bei überkippter oder sonst gestörter Lagerung, als auch bei ungestörter und gleichförmiger Lagerungsfolge petrographisch gleichartiger Schichtensysteme in derselben Lage befinden werden, diess leuchtet von selbst ein. Die Schichten der Juraformation, welche z. B. bei Hohnstein in Sachsen über dem Quadersandstein liegen (I, 976), konnten nur durch ihre Petrefacten als wirkliche jurassische Schichten erkannt werden; und in den Alpen steht uns für die Trennung der Formationen oft gar kein anderes Hilfsmittel zu Gebote.

Das Theorem von der paläontologischen Verschiedenheit verschiedener Formationen beruht übrigens keinesweges auf theoretischen Voraussetzungen, wie z. B. auf der Voraussetzung einer allmäligen Temperatur-Abnahme der Erdoberfläche und einer gleichmässig fortgeschrittenen Veränderung der Thier- und Pflanzenwelt; sondern es beruht auf tausendfältigen Beobachtungen, welche unter allen Zonen in den verschie-

densten Ländern angestellt worden sind, und überall auf die Erkennung jener Wahrheit geführt haben.

Es sind also Thatsachen und nicht Theorieen, auf welchen dieses Theorem beruht, und die Ansicht von einer allmäligen und stufenweisen Entwickelung der organischen Natur ist nur eine Folgerung, welche sich unmittelbar aus einer genaueren Vergleichung derselben Thatsachen ergiebt, in welchen jenes Theorem seine empirische Begründung gefunden hat.

Diese Begründung ist von England ausgegangen, wo es Martin Lister schon im Jahre 1671 aussprach, dass verschiedene Gesteine ganz verschiedene Conchylien umschliessen*), wo Strange im Jahre 1736 eine und dieselbe Species von Gryphaea innerhalb desselben Schichtensystems von Monmoutshire bis nach Leicestershire nachwies, wo Calcot behauptete, dass die verschiedenen Schichten noch weit auffallender durch ihre Conchylien, als durch ihre übrigen Eigenschaften charakterisirt seien, wo Martin im Jahre 1811 dieselbe Behauptung für die Pflanzen der Steinkohlenformation geltend machte, bis endlich William Smith im Jahre 1815 seine auf dieses Princip gegründete geognostische Charte von England, und im Jahre darauf sein Buch: *Strata identified by organized fossils* herausgab, in dessen Titel schon die Idee ausgedrückt ist, deren Durchführung von ihm zuerst in solcher Allgemeinheit und Vollständigkeit versucht wurde; die Idee nämlich, dass jede Formation ihre eigenthümlichen organischen Ueberreste umschliesst.

Nachdem man einmal diese Verschiedenheit der in den successiven Formationen enthaltenen Fossilien erkannt hatte, und nun zu einer genaueren Vergleichung derselben verschritt, da stellte sich die Folgerung von selbst heraus, dass in den verschiedenen Thier- und Pflanzenformen der auf einander folgenden geologischen Perioden eine allmälige und gewissermaassen auch stufenweise fortgeschrittene Entwickelung der Thier- und Pflanzenwelt ausgedrückt ist. Man glaubte wohl anfangs diese Entwickelung so auffassen zu müssen, dass im Laufe der Zeiten ein allgemeines Fortschreiten von den minder vollkommenen und niederen zu den vollkommneren und höheren Organismen, also eine progressive Vervollkommnung der Lebenswelt Statt gefunden habe. Gegen die durchgängige Richtigkeit dieser Ansicht haben sich jedoch unter Anderen in Betreff des Pflanzenreiches Lindley und Hutton, so wie in Betreff des Thierreiches Agassiz ausgesprochen**).

*) *Philos. transactions, vol. VI, p.* 2283; *Quarries of different stone yield us quite different sorts or species of shells, not only one from another, but, I dare boldly say, from any thing in nature.* Freilich stützte er hierauf gegen Steno die Ansicht, dass sie gar keine petrificirte Conchylien, sondern *lapides sui generis* seien.

**) *Lindley and Hutton, The fossil Flora of Great-Britain, vol. I,* 1831, *p. XVII* ff., wo nach anderen hierher gehörigen Betrachtungen schliesslich gesagt wird, dass aus allen drei Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches schon in der ältesten geologischen Periode Formen von der höchsten Vollendung vorkommen, und

Eine theilweise Wahrheit dürfte aber dieser Ansicht nicht abzusprechen sein, wie Agassiz bemerkt, indem er darauf verweist, dass wenigstens für die Wirbelthiere eine solche progressive Vervollkommnung angezeigt sei, da im Allgemeinen die Fische zuerst, dann die Reptilien und endlich die Säugethiere aufgetreten sind, dass also die Classen der Wirbelthiere nach einander in der Reihenfolge ihrer immer höheren Vollkommenheit zur Entwickelung gelangten, während die sämmtlichen Classen der wirbellosen Thiere fast gleichzeitig in das Dasein gerufen wurden.

Diese Betrachtungen, sagt Agassiz, führen nothwendig auf die Anerkennung einer höchsten Intelligenz und Kraft, welche die Phasen der Natur im Voraus bestimmte, und die Wissenschaft muss in der Natur eben so wohl Gott, den Schöpfer und Urheber aller Dinge, anerkennen, als es der Mensch vom moralischen Standpuncte aus thut. Auch der grösste Paläontolog Teutschlands kommt auf dasselbe Ergebniss, indem er sagt: Wir erkennen in diesem Auftreten der Organismen, in der Verbindungsweise der gleichzeitig mit einander bestehenden, und der allmälig auf einander folgenden Wesen, wie in der wunderbaren Organisation der so manchfaltigen Lebenswesen und in ihrer Anpassung an die jedesmaligen äusseren Lebensbedingungen eine durchgeführte Idee, ein so planmässiges Verfahren, ein so angemessenes Ineinandergreifen aller Wechselbedingungen, dass dieses Alles wie jedes Einzelne nur eben sowohl die Wirkung einer unbegränzten Allmacht, wie die Anordnung einer unbegreiflichen Weisheit sein kann*).

§. 259. *Theilweise Identität der Fossilien in verschiedenen Formationen.*

Wir dürfen jedoch das Theorem von der Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Formationen nicht etwa so verstehen, als ob diese Verschiedenheit in so absoluter und exclusiver Weise Statt finde, dass keine fossile Species in zweien oder mehren Formationen zugleich vorkommen könne. Wäre diess wirklich der Fall, so würden wir ge-

dass es ja noch gar nicht ausgemacht sei, ob und warum die monokotyledonen Pflanzen weniger vollkommen seien, als die dikotyledonen, und ob die Palmen tiefer stehen als die Eichen, die Cerealien tiefer als die Nesseln. Agassiz aber sprach sich in seiner bei der Einweihung der Neufchateler Akademie gehaltenen Rede dahin aus, es sei ein Irrthum, dass die erste Periode nur Thiere niedriger Organisation aufzuweisen habe; vielmehr seien schon damals die vier Haupttypen der Strahlthiere, Mollusken, Gliederthiere und Wirbelthiere repräsentirt gewesen; auch habe wenigstens bei den ersteren drei Abtheilungen im Laufe der Zeit keine Vervollkommnung Statt gefunden; sie hätten nur eine Reihe von Metamorphosen durchlaufen, ohne deshalb zu höheren Typen zu gelangen; die Korallen der ältesten Formationen seien ähnlich denen der Jetztwelt, u. s. w. Auch Greenough sprach sich schon früher auf ähnliche Weise aus in seinen Kritischen Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geologie, 1821, S. 208 f. der Uebersetzung

*) Bronn, Handbuch der Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 746.

nöthigt sein, im Thier- und Pflanzenreiche eine Reihe successiver, aber scharf getrennter Schöpfungen anzunehmen, von welchen jede einzelne mit einer völligen Vernichtung der vorhergehenden eingeleitet wurde. Eine solche Vorstellung dürfte aber doch wohl dem eigentlichen Entwickelungsgange der Natur nur wenig angemessen sein. Auch sind zahlreiche Fälle bekannt, da die Ueberreste einer und derselben Species nicht nur in zweien, sondern sogar in mehren auf einander folgenden Formationen vorkommen; wofür wir auf Bronn's Zusammenstellungen*) verweisen, und auch später bei der Betrachtung der einzelnen Sedimentformationen hinreichende Beweise kennen lernen werden.

Eine durchgängige Verschiedenheit, eine vollständige Abgeschlossenheit der Fauna und Flora von einer Formation zur anderen findet daher nicht Statt; und wenn auch eine jede Formation durch die grosse Mehrzahl ihrer Fossilien von der nächst vorausgehenden, eben so wie von der nächstfolgenden Formation getrennt ist, so können doch gewisse ihrer Fossilien sowohl abwärts als aufwärts in die zunächst angränzenden Formationen hineinreichen.

Desungeachtet haben in neuerer Zeit Alcide d'Orbigny und Agassiz, also ein paar der bedeutendsten Auctoritäten im Gebiete der Paläontologie, die Behauptung aufgestellt und geltend zu machen gesucht, dass die Ueberreste keiner Species in zwei verschiedenen Formationen vorkommen, dass also keine Species die Periode einer und derselben Formation überlebt habe; auch scheint sich Pictet zu derselben Ansicht zu bekennen. Dagegen behauptete Greenough schon 1821, dass häufig die nämlichen Species in verschiedenen Formationen angetroffen werden**), und neuerdings haben sich besonders Bronn, Leopold v. Buch, Elie de Beaumont, Prévost u. A. gegen jene Ansicht ausgesprochen.

So erinnerte Elie de Beaumont, bei Gelegenheit einer Discussion über die wahre Stellung der Nummulitenbildung (ob solche nämlich der Kreideformation oder der eocänen Tertiärformation zugehöre) daran, wie er es schon oft hervorgehoben, dass jede Revolution keinesweges eine gänzliche Erneuerung der organischen Welt zur Folge gehabt habe; am Ende sei eine jede Formation eocän in Bezug auf die vorausgehenden, ohne dass deshalb eine durchaus neue Thierwelt mit ihr entstand. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. IV*, *p.* 563. Leopold v. Buch sprach sich schon früher und noch neuerdings in seiner schönen Abhandlung über die Ceratiten (1843, S. 19) folgendermaassen aus: „Die Erscheinung, dass gewisse Formen, welche man früher ausschliesslich in bestimmten Formationen voraussetzte, später als darüber hinausgreifend erkannt worden sind, belehrt uns, dass die organischen

*) Handbuch der Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 751 ff.

**) Kritische Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geol. S. 216; obwohl die angeführten Beispiele nicht glücklich gewählt sind.

Formen, welche jetzt auf der Erdoberfläche nicht mehr gefunden werden, nicht plötzlich und auf einmal verschwanden, sondern nach und nach in andere Bildungen übertraten, wo sie zwar nicht als dieselben Arten erkannt werden können, doch aber als solche, welche zu einer gleichen Abtheilung von Thierformen gehören. Wir lernen hieraus, dass dieses Verschwinden und das Erscheinen neuer Formen keine Folge einer gänzlichen Zerstörung der verschwundenen und einer neuen Schöpfung der neu hervorgetretenen ist, sondern dass die Arten wahrscheinlich aus sehr veränderten Lebensbedingungen hervorgehen. — Die Naturforscher, welche behaupten, dass niemals in verschiedenen Gebirgsschichten gleiche Formen vorkommen, glauben dagegen an eine stets wieder erneuerte Schöpfung bei jeder Gebirgsveränderung; das ist jedoch eine widerstrebende Ansicht, die nach dem erfahrenen Bronn und den unterrichteten Engländern Edward Forbes, Owen und Morris sich durchaus nicht bestätigt." Ganz im ähnlichen Sinne lauten folgende Bemerkungen von Constant Prévost: Es sei sehr wichtig, zu untersuchen, ob die Erscheinung und das Verschwinden gewisser Formen des Thier- und Pflanzenreiches wirklich auf völlige Vernichtung der früheren, und Neuschöpfung der späteren verweist. Es sei wohl wahrscheinlicher, dass die veränderten Bedingungen der Localitäten die Raçen nöthigten, sie zu verlassen und neue aufzusuchen, während andere Raçen, die bereits anderswo existirten, ihre Stelle einnahmen. Verwandelte sich ein tiefes Meer in ein seichtes, das letztere in ein Aestuarium oder in einen Landsee, so musste ja nothwendig ein Wechsel der Bevölkerung eintreten. Eben so wird eine veränderte Stellung von Land und Meer, eine veränderte Richtung der Strömungen, der Zuflüsse und des Klimas ähnliche Resultate herbeiführen. Sonach können aber ähnliche Formen verschiedenen Formationen angehören, und, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass gewisse Geschlechter und Familien erst in bestimmten Perioden auftraten, so wird man diess doch nicht zu speciell geltend machen dürfen, ohne Irrthümern anheim zu fallen. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. II*, 1845, *p*. 30 f. Und so werden wir uns denn nicht weigern können, dem Urtheile Bronn's, welcher schon wiederholt auf die Erfahrungswidrigkeit jener Ansicht von Agassiz und d'Orbigny hingewiesen hat, beizutreten, wenn er sagt: „Nach unserer Ueberzeugung kann das Auftreten und sogar das Wiederauftreten identischer Arten in verschiedenen Zeiten, wie es uns empirisch entgegenkommt, auch theoretisch nicht geläugnet werden; wir kennen weder ein Ereigniss, noch ein allgemeines Naturgesetz, welches die Dauer der Species nur auf eine kurze Zeit beschränkte, oder ihre Wiedererschaffung in späterer Zeit unmöglich gemacht hätte *). Wir müssen daher das Vorkommen identischer Arten in verschiedenen Zeiten zugestehen, sobald wir nicht im Stande sind, sie praktisch zu

*) Sehr beherzigenswerth ist auch die Bemerkung von Quenstedt: „Man muss nicht Alles für besondere Species ausgeben, was, bei entschiedener Gleichheit, nur verschiedenen Formations-Abtheilungen angehört. Denn noch gilt der Satz nicht, dass Alles verschieden ist, was verschiedenen Formationen angehört, mag es sich auch noch so ähnlich sein; obgleich er von einzelnen Geologen eifrigst vertheidigt wird. Petrefactenkunde Deutschlands, I, S. 15.

unterscheiden." Handbuch einer Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 765.

Bei dem Allen ist es jedoch erwiesen, dass nicht nur Species der verschiedensten Geschlechter und Geschlechter der verschiedensten Familien, sondern dass auch ganze Familien der vorweltlichen Thier- und Pflanzenwelt ausschliesslich an gewisse Formationen gebunden sind, also auch ausschliesslich in den Perioden dieser Formationen gelebt haben. Wir erinnern nur beispielsweise an das Geschlecht Graptolithus, welches bis jetzt lediglich in der Silurformation, und an die Familie der Rudisten, welche eben so ausschliesslich in der Kreideformation angetroffen worden ist. Ueberhaupt soll durch die vorstehenden Bemerkungen der Werth der paläontologischen Merkmale keinesweges herabgezogen werden; welcher Werth allerdings darin begründet ist, dass die von Agassiz und Alcide d'Orbigny vertretene Ansicht, wenn auch keine allgemeine, so doch eine sehr vorwaltende, d. h. für die grosse Mehrzahl der Fossilien anzuerkennende Giltigkeit hat.

Während sonach für die einzelnen Formationen keine ganz durchgreifende, sondern nur eine vorwaltende paläontologische Verschiedenheit besteht, während für sie das Vorkommen gewisser gemeinschaftlicher Species durchaus nicht geläugnet werden kann, so ist es dagegen eine andere Frage, ob nicht die grösseren Formationsgruppen (S. 13), wie solche auch paläontologisch durch einen eigenthümlichen Formentypus ihrer organischen Ueberreste charakterisirt sind, eine schärfere Trennung selbst in Bezug auf die Species erkennen lassen. Da ist es denn nicht wohl in Abrede zu stellen, dass eine solche schärfere Trennung wirklich besteht; denn die Zahl derjenigen Species, welche aus einer Formationsgruppe in die nächst folgende hinüber reichen, ist in der That (wenigstens bei allen älteren Gruppen bis zur Kreide) so ausserordentlich gering, dass die wirklich erwiesenen Fälle nur als sehr einzeln dastehende Ausnahmsfälle zu betrachten sind, welche gegen die sehr grosse Zahl der wesentlich verschiedenen Species kaum in Anschlag gebracht werden können.

Hieraus folgt aber auch zugleich, dass gewisse Formationen, und zwar insbesondere, dass diejenigen Formationen, welche die Endglieder und die Anfangsglieder der grossen Formationsgruppen bilden, derselben schärferen paläontologischen Trennung unterliegen, und dass in denen zwischen den verschiedenen Formationsgruppen liegenden Zeiträumen die Hauptepochen in der Entwickelungsgeschichte der organischen Natur enthalten sein müssen. Will man also von ver-

schiedenen Schöpfungsperioden sprechen, deren Ende durch das gänzliche Aussterben der älteren, und deren Anfang durch das entschiedene Auftreten ganz neuer Organismen bezeichnet war, so kann man dabei nur diese grösseren Perioden im Auge haben, welche den grösseren Formationsgruppen äquivalent sind*).

Sehr richtig bemerkt in dieser Hinsicht Davidson: *Je ne puis partager entièrement l'opinion de ceux, qui limitent la durée d'une espèce à un seul étage, et qui ne veulent pas consentir à ce qu'elle ait pu dépasser cette limite. Cette loi ne peut s'étendre qu'aux grandes divisions des terrains, car il est évident pour moi que certaines espèces ont persisté pendant plus d'un étage, et que par consequent elles n'y sont pas toutes caractéristiques* (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. V*, *p.* 311). — Und dennoch giebt es Ausnahmen, welche auch diese Auffassungsweise nicht in allen Fällen als vollkommen richtig erscheinen lassen. Die ganze Eintheilung der tertiären Formationen in eocäne, miocäne und pliocäne Bildungen beruht ja auf dem Vorhandensein einer solchen Ausnahme, beruht auf der Thatsache, dass diese Bildungen eine grössere oder geringere Anzahl von Fossilien solcher Species umschliessen, welche mit heutzutage lebenden Species identisch sind. Und eben so sind die älteren Tertiärformationen abwärts durch eine nicht unbedeutende Anzahl von gemeinschaftlichen Species mit der Kreideformation verbunden.

Es ist übrigens eine auffallende, und wohl nicht blos aus der Mangelhaftigkeit unserer Beobachtungen zu erklärende Thatsache, dass sich im Allgemeinen der Reichthum an Species innerhalb der verschiedenen Hauptperioden um so grösser herausstellt, je neuer diese Perioden sind. Diese Thatsache war schon dem trefflichen Saussure so wenig entgangen, dass er vielmehr aus ihr folgern zu können glaubte, die Menge der organischen Formen stehe im umgekehrten Verhältnisse mit dem Alter der Formationen**).

*) In diesem Sinne ist es wohl auch ganz wahr, was James Hall sagt: *We are more and more able, as we advance, to observe, that the Author of nature has never repeated the same forms in successive creations. The various organisms called into existence have performed their parts in the economy of creation, have lived their period, and perished. Palaeontology of New York*, 1847, *p. XXIII.*

**) *Voyages dans les Alpes* §. 605, wo es heist: *On pourrait même presque dire, que, toutes choses d'ailleurs égales, le nombre de vestiges de corps marins contenus dans une pierre, est en raison inverse de son ancienneté;* und §. 606: *Je croirois plutôt, que l'ancien océan dans lequel les montagnes ont été formées, ne contenoit primitivement que des élémens sans vie; que peu à peu les germes des êtres vivans se sont formés ou développés dans l'interieur de ses eaux, et que par des gradations étendues dans une longue suite de siècles, leur nombre s'est augmenté et s'augmenter à peut-être encore.*

§. 260. *Theilweise Verschiedenheit der Fossilien einer und derselben Formation; Leitfossilien.*

Wie durch die Verschiedenheit der Bildungsräume, innerhalb welcher die Ablagerungen einer und derselben Sedimentformation erfolgt sind, eine Verschiedenheit ihrer Gesteine, ihrer Mächtigkeit und ihrer Gliederung herbeigeführt werden konnte (S. 22), so werden diese Bildungsräume auch einen wesentlichen Einfluss auf die Vertheilung und relative Menge, auf die allgemeine Beschaffenheit und den specifischen Charakter der organischen Ueberreste ausgeübt haben. Daraus folgt aber, dass eine und dieselbe Formation hier reich, dort arm, und stellenweise ganz leer an organischen Ueberresten sein kann; dass sie hier diese, dort jene Species enthalten wird; dass dieselben Species hier in einer tieferen, dort in einer höheren Etage auftreten können, und dass sich alle diese organischen Ueberreste bald in einem wohl erhaltenen, bald in einem sehr unvollkommenen Zustande vorfinden werden. Alle diese Umstände sind bei der paläontologischen Untersuchung und Vergleichung der Formationen sorgfältig in Erwägung zu ziehen, um Fehlschlüsse zu vermeiden, und an dem geognostischen Werthe der Paläontologie überhaupt nicht irre zu werden.

Bei der Beurtheilung der so eben angedeuteten Verhältnisse können wir uns allerdings zunächst nur diejenigen Gesetze über die Vertheilung der Meeresorganismen zum Anhalten dienen lassen, welchen die marine Fauna der gegenwärtigen Periode unterworfen ist*). Wir schliessen dabei durch Analogie, dass ähnliche Gesetze wohl auch in früheren geologischen Perioden gewaltet haben mögen, und finden eine Rechtfertigung dieser Schlussfolge in den Thatsachen, welche sich herausstellen, wenn wir z. B. die verschiedenen Regionen eines und desselben vorweltlichen Meeresbeckens in Bezug auf die Abhängigkeit ihrer organischen Ueberreste von den verschiedenen physikalischen Verhältnissen und Bedingungen untersuchen, welche in diesen Regionen gewaltet haben**).

*) *C'est en effet dans les lois, qui président aujourdhui à la distribution géographique des êtres, qu'on doit logiquement chercher, par comparaison, des lumières sur l'animalisation qui s'est succédée à la surface du globe à toutes les périodes géologiques. Alcide d'Orbigny* in *Comptes rendus, t.* 19, 1844, *p.* 1076.

**) Vergl. *Lyell, Elements of Geology, vol. I, p.* 200 f., so wie die vortrefflichen Betrachtungen über die Gesetze der geographischen Verbreitung der Species, in dessen *Principles of Geology,* 7. *ed. p.* 586—638.

Wie also heutzutage die Meeresfauna nach Maassgabe der geographischen Breite und des Klimas, nach Maassgabe der allgemeinen Ausdehnung und Configuration der einzelnen Meere, nach Maassgabe der Tiefe und Beschaffenheit des Meeresgrundes, nach Maasgabe des mehr pelagischen oder mehr litoralen Charakters der betreffenden Meeresregion, nach Maassgabe der Richtung, Stärke und Temperatur der Meeresströmungen und so mancher anderer Verhältnisse eine mehr oder weniger auffallende Verschiedenheit erkennen lässt, so wird diess auch in früheren Zeiten der Fall gewesen sein; obwohl nicht zu läugnen ist, dass eine oder die andere der genannten Ursachen, und dass namentlich die mächtigste und einflussreichste unter ihnen, nämlich die Temperatur oder das Klima, in den ältesten geologischen Perioden wahrscheinlich keine, oder nur sehr unbedeutende Verschiedenheiten gezeigt haben dürfte; woraus es auch erklärlich wird, dass sich eine paläontologische Uebereinstimmung der Formationen im Allgemeinen um so auffallender geltend macht, je älter sie sind. Weil aber die übrigen geographischen und physikalischen Verschiedenheiten während aller, die klimatischen Verschiedenheiten doch wenigstens während vieler geologischer Perioden einen grösseren oder geringeren Einfluss auf die Beschaffenheit der Meeresfauna ausgeübt haben müssen, so vermögen wir auch der Folgerung gar nicht auszuweichen, dass die in verschiedenen, von einander entfernten oder getrennten Regionen auftretenden Ablagerungen einer und derselben Formation unmöglich eine absolute und durchgängige Identität ihrer Fossilien zeigen können.

Es lässt sich vielmehr erwarten, dass eine jede grössere Region gewisse ihr eigenthümliche Formen, und ausserdem manche andere Formen enthalten wird, welche theils als wirklich identische, theils aber nur als sehr analoge Species mit denen in anderen Regionen auftretenden Formen zu erkennen sind; dass also die paläontologische Uebereinstimmung einer Formation innerhalb ihrer verschiedenen Bildungsräume keineswegs in einer durchgängigen Identität aller Species, sondern nur in der Identität gewisser (bald vieler bald weniger) Species, in der sehr auffallenden Analogie anderer Species, und in einer gewissen allgemeinen Uebereinstimmung des Totalcharakters ihrer Fauna gesucht werden kann. Daher sind es denn einestheils wirklich isomorphe, anderntheils aber nur homöomorphe Formen oder Species, durch welche sich die Formations-Identität zu erkennen giebt. Im Allgemeinen aber wird die Zahl der wirklich isomorphen oder specifisch identischen Formen um so grösser sein, je näher sich die Bildungsräume liegen, und um so kleiner, je entfernter sie

von einander sind, obwohl hierbei auch das Alter der Formationen und, bei nahe liegenden Bildungsräumen, noch der Umstand zu berücksichtigen ist, ob zwischen ihnen eine mehr oder weniger eröffnete Communication, oder eine scharfe Trennung (durch damaliges Festland) Statt fand.

Wenn nun nicht geläugnet werden kann, dass durch alle die erwähnten Umstände die geognostische Bedeutung der Paläontologie einigermaassen geschmälert wird, so bleibt sie dennoch im Gebiete der Sedimentformationen eine so unentbehrliche und meistentheils auch eine so sichere Führerin, dass die Geognosie nur mit ihrer Beihilfe auf den Standpunct gelangt ist, welchen sie gegenwärtig einnimmt. Desungeachtet kann man der Paläontologie nicht eine solche Omnipotenz und Alleinherrschaft zugestehen, wie diess wohl bisweilen geschehen ist; denn die Lagerungs Verhältnisse werden stets den ersten Rang behaupten, und selbst die petrographischen Verhältnisse dürfen nicht gänzlich hintangesetzt werden *).

Was aber die theilweise Verschiedenheit der Fossilien in gleichzeitigen Ablagerungen betrifft, so sagte schon Greenough in seinen mehrmals citirten Krit. Untersuch. (S. 213 der Uebers.) darüber Folgendes: „Diejenigen, welche behaupten, dass die Formationen allgemein seien, und überall einerlei Versteinerungen producirten, müssen behaupten, dass diese Versteinerungen gleichfalls allgemein seien; mit andern Worten, dass jeder Theil der Erde zu gleicher Zeit mit denselben Thieren bevölkert gewesen sei, welches nach der Natur dieser Thiere als absurd erscheint; denn haben in der Vorwelt, wie in der jetzigen, verschiedene Thiere verschiedene Gegenden bewohnt, so können die Versteinerungen nicht allgemein sein.“ Noch bestimmter erklärte sich De-la-Beche in seiner Abhandlung über die Gegend von la Spezia (*Mém. de la soc. géol. de France*, *I*, 1833, p. 23) indem er sagt: *Dans nos efforts pour classer les formations au moyen des restes organiques, nous devrions faire plus d'attention aux conditions variées, sous lesquelles les dépôts ont pu se former.* Die Unebenheiten des Meeresgrundes hätten gewiss einen grossen Einfluss ausgeübt; die dadurch bedingten verschiedenen Tiefen und die damit verbundenen Verschiedenheiten des Druckes, der Temperatur und der Helligkeit müssen in früheren Perioden eben so wie jetzt gewirkt haben, und wir können daher nicht erwarten, *à trouver les restes des mêmes animaux marins ensevelis dans toutes les parties d'un dépôt contemporain. La partie du dépôt qui aura été formée sous une eau peu pro-*

*) Man vergleiche die Bemerkungen von Boué im *Bull. de la soc. géol. t. II. p.* 87 und *t. V, p.* 266, die schöne Abhandlung von Dumont: *Sur la valeur du caractère paléontologique en géologie*, ebendaselbst, 2. *série t. IV, p.* 590, und die *p.* 604 folgenden Reflexionen von Frapolli. In Betreff der Wichtigkeit der Gesteinsablagerungen an und für sich bemerkte Sedgwick: *Organic changes are our surest guides in making out the history of the earth; but they form only a part of our evidence, and the great physical groups of deposits are historical monuments of perhaps equal importance in obtaining any true and intelligible history of the past ages of the earth. Quart. Journ. of the geol. soc. II, p.* 129.

fonde offrira certaines pétrifications, tandis qu'une autre partie en renfermera d'autres très différents.

Sehr beachtenswerth sind auch die Bemerkungen von Phillips (in dem Buche: *Figures and descriptions of the palaeozoic fossils of Cornwall etc.* 1841, *p.* 161 f.); Unsere allgemeinen Folgerungen, sagt er, gründen sich zunächst auf gewisse Regionen Europas; wenn wir aber die in einem Districte erkannten Regeln auf andere Districte anwenden wollen, so müssen wir dabei die Ursachen berücksichtigen, welche das organische Leben modificiren. In den Meeren der Jetztwelt finden wir verschiedene Pflanzen und Thiere nach Maassgabe der Temperatur, der Tiefe, der Beschaffenheit des Grundes, der Richtungen der Strömungen, der Verhältnisse der einmündenden Flüsse, und anderer Ursachen. Da nun ähnliche Verschiedenheiten auch in den Meeren der Vorwelt bestanden haben, so können wir auch ähnliche Verschiedenheiten der Fauna in gleichzeitigen Formationen erwarten; und wirklich begegnen wir ihnen selbst in den ältesten Formationen, obwohl diese unter weit gleichartigeren Bedingungen gebildet worden sein mögen, als die jüngeren Formationen. Ueberhaupt also sei der Satz, dass überall zu derselben Zeit dieselben Species gelebt haben, nur in sehr beschränkter Weise anzunehmen; die Species haben jetzt und hatten gewiss auch sonst ihre bestimmten geographischen Centra, von welchen aus sie sich verbreiteten, und so kann eine und dieselbe Species hier früher, dort später aufgekommen sein. Aus diesem Allen folge aber, dass wir aus den organischen Ueberresten nur approximativ auf das Alter der Formationen schliessen können, und dass der Schluss auf die Gleichzeitigkeit zweier Ablagerungen um so sicherer und fehlerfreier sein werde, je grösser die Anzahl der in ihnen vorkommenden Species, und je kleiner ihre Entfernung ist.

Daher gewinnen denn auch diejenigen fossilen Species, welche einen allgemeinen und ausschliesslichen Charakter besitzen, weil sie in allen Gegenden des Vorkommens einer und derselben Formation, und nur innerhalb derselben, also weder in älteren noch in jüngeren Formationen angetroffen werden, einen ganz vorzüglichen Werth für die Geognosie. Man hat sie charakteristische Fossilien, oder, sofern sie Conchylien sind, Leitmuscheln genannt, weil sie die betreffende Formation wesentlich charakterisiren, und als leitende Merkmale bei ihrer Aufsuchung dienen können. Diese Leitfossilien erscheinen auch öfters, aber keineswegs immer, als die häufigeren, d. h. als die in sehr grosser Menge der Individuen vorkommenden Formen; bisweilen treten sie mehr sporadisch auf; aber das Wesentliche ist, dass sie immer und überall in demselben Schichtensysteme vorkommen, und die Gränzen desselben weder aufwärts noch abwärts überschreiten*).

Wie aber eine jede Formation ihre Leitfossilien hat, so giebt es auch wiederum Leitfossilien für ihre einzelnen Etagen oder Forma-

*) Leopold v. Buch, über den Jura in Deutschland, 1839, S. 16.

tionsglieder, indem die verschiedenen Fossilien einer und derselben Formation in den verschiedenen Etagen derselben vertheilt und gesondert zu sein pflegen, so dass nur wenige Species durch alle Etagen hindurchgehen.

Dass übrigens auch der Begriff der Leitfossilien einigermaassen abhängig von der geographischen Verbreitung der Formationen ist, und bei sehr entfernten Regionen einer Beschränkung unterliegen kann, darauf hat noch neuerdings Dumont aufmerksam gemacht. Bei der Untersuchung der Frage, welche Species eigentlich als charakteristisch für entfernte Ablagerungen derselben Formation gelten können, bemerkt er, dass zuvörderst alle diejenigen auszuschliessen sind, welche zugleich in einer höheren oder in einer tieferen Formation vorkommen, dass also nur die eigenthümlichen Species zu berücksichtigen sind; da nun aber diese theils ein locales, theils ein allgemein verbreitetes Vorkommen zeigen, so werden nur die eigenthümlichen und zugleich allgemein verbreiteten Species als charakteristische zu betrachten sein*). Nun verhalte sich aber die Zahl dieser charakteristischen Species umgekehrt wie die Zahl der untersuchten Localitäten und wie deren Entfernung; oder, mit anderen Worten, sie werde um so kleiner, je mehre und je entferntere Regionen mit einander verglichen werden. Man dürfte daher einmal die Ueberzeugung gewinnen, dass es gar keine Species giebt, welche dieselbe Formation über die ganze Erdoberfläche charakterisirt. Also könne es auch nur innerhalb gewisser geographischen Gränzen charakteristische Species geben, und diese werden von einer grossen Region zu der andern wechseln. (*Bull. de la soc. géol.* 2. *sér. IV*, 590 f.).

§. 261. *Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Bildungsräumen.*

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes glauben wir wenigstens einigen von denen in §. 260 hervorgehobenen Momenten eine etwas ausführlichere Erörterung widmen zu müssen. Wir wählen dazu die Verschiedenheiten der organischen Ueberreste nach Maasgabe der horizontalen Entfernung, des verticalen Abstandes und der materiellen Beschaffenheit ihrer Bildungsräume, beschränken uns aber dabei nur auf die Verhältnisse der Mollusken und Korallen.

Die durch klimatische und geographische Verhältnisse bedingte horizontale Verbreitung der Species lässt in verschiedenen, sowohl weit entfernten, als auch nahe bei einander liegenden aber getrennten Bildungsräumen einer und derselben Formation oft nur eine geringe

*) So sagt auch Phillips einmal: *the species, which are most numerous in individuals, and most widely distributed in area, have the greatest vertical range, and may thus on good grounds be esteemed characteristic of the system of strata. Memoirs of the geol. survey of Great-Britain, vol. II, I,* 1848, *p.* 298.

Anzahl von identischen oder gemeinschaftlichen Species erwarten, obgleich die eigenthümliche Fauna eines jeden dieser Bildungsräume durch zahlreiche Species vertreten sein kann.

Die Wahrheit dieser Behauptung wird nicht nur in vielen Fällen (wie wir uns später mehrfach überzeugen werden) durch das genauere paläontologische Studium der Formationen, sondern auch durch die in den jetzigen Meeren obwaltenden Verhältnisse erwiesen.

So ist es z. B. bekannt, dass die Korallen, Mollusken und Fische des Rothen Meeres und des Mittelländischen Meeres ausserordentlich verschieden sind, obgleich beide Meere nur durch die schmale Landenge von Suez getrennt werden; Ehrenberg bemerkt, dass das rothe Meer, in welchem er überhaupt 120 Species von Korallen fand, und der ihm so nahe liegende Theil des Mittelländischen Meeres an der Libyschen Küste nur zwei Species mit einiger Wahrscheinlichkeit gemein haben*). Eben so sind nach Dana die Korallen an den Küsten Westindiens und Ostindiens, ungeachtet der fast gleichen geograph. Breite, so verschieden, dass sich höchstens zwei gemeinschaftliche Species nachweisen lassen, was sogar noch zweifelhaft ist. Das Indische Meer und der grosse Ocean aber, also zwei unmittelbar zusammenhängende und in ihren klimatischen Verhältnissen nur wenig abweichende Meeresregionen, haben von 306 Korallenspecies, die in ihnen überhaupt vorkommen, nur 27 gemeinschaftlich **).

Philippi hat sehr interessante Vergleichungen zwischen der Molluskenfauna Unter-Italiens, also eines Theiles des Mittelländischen Meeres, und anderer Meere angestellt. Die fossilen Ueberreste der Mollusken, sagt er, werden stets die Hauptrolle bei unseren Untersuchungen über das Alter und die Geschichte der Rinde unsers Erdballs spielen, und eine Menge der wichtigsten geologischen Fragen entscheiden. Dass aber hierbei die Kenntniss der geographischen Verbreitung derselben in der jetzigen Periode die einzige sichere Grundlage abgiebt, bedarf wohl keines Beweises. Mit Ausschluss der Pteropoden, Dentalien und Cirripeden finden sich an den Küsten Unteritaliens und Siciliens 570, an den Küsten Grossbritanniens aber nach Fleming 420 Mollusken, welche sich folgendermaassen gruppiren:

	Grossbritannien	Sicilien	davon gemein
Conchiferen	198	188	84
Brachiopoden	5	10	2
Nackte Gasteropoden	20	54	7
Beschalte Gasteropoden	191	313	56
Cephalopoden	7	15	5

Die Conchiferen zeigen also die grösste, die Gasteropoden die geringste Uebereinstimmung; dabei bemerkt Philippi, dass gerade die gemeinsten und häufigsten Species Grossbritanniens in Italien fehlen oder doch selten sind, und dass

*) Beiträge zur Kenntniss der Korallenthiere des Rothen Meeres, 1834, S. 376. Die Fische beider Meere sind ganz verschieden, und von Conchylien haben sie nur 26 Species gemein.

**) *Dana* in *The Amer. Journal of science, 2. series, III*, 1847, *p.* 160 ff.

sich diess auch umgekehrt so verhält. Aehnliche Resultate ergaben sich aus einer Vergleichung der Meeresfauna Unter-Italiens mit jener der Canarischen Inseln, welche 68 Procent ihrer Bivalven und 46 p. C. ihrer Gasteropoden mit der ersteren gemein hat.

Die Fauna des Rothen Meeres hat 23 p. C. ihrer Conchiferen und 18 p. C. ihrer Gasteropoden mit Sicilien gemein; auch hier bestätigt sich also die weitere Verbreitung der Conchiferen; für die Fauna des Senegal endlich findet Philippi, unter Zugrundlegung von Adansons Angaben, dass solche 17 p. C. ihrer Conchiferen und 14 p. C. ihrer Gasteropoden mit Unter-Italien gemeinschaftlich besitzt. Dagegen hat das Meer an den Küsten Grönlands nur 6 Species, und die Küste Neuhollands, unter 260 von Preiss daher gebrachten Species, nur 10 mit dem Mittelländischen Meere gemein*).

Alcide d'Orbigny führte ähnliche Vergleichungen für die Molluskenfauna Südamerikas durch, wo er acht Jahre mit zoologischen und geologischen Forschungen zugebracht hat. Er fand das sehr merkwürdige Resultat, dass von 362 Species, welche überhaupt an den Küsten Südamerikas leben, 156 nur an der Ostküste, 205 nur an der Westküste vorkommen, während nur eine einzige Species beiden Küsten gemein ist; die meisten Species der Westküste leben auf Felsengrund, die der Ostküste auf Sandgrund. Die allgemeinen Meeresströmungen wirken durch ihre unaufhörliche Thätigkeit darauf hin, diejenigen Species, welche grosse Temperatur-Unterschiede ertragen können, durch viele Breitengrade zu verbreiten; so reichen auf der Seite des Atlantischen Oceans 12 Species durch 19, auf der Seite des grossen Oceans 15 Species durch 22 Breitengrade. Die Maluinen oder Falklandsinseln haben wiederum ihre besondere Molluskenfauna; die Fauna der gemässigten Zone ist zahlreicher, als die der heissen, und jede dieser Zonen hat vier bis sechs mal mehr eigenthümliche, als gemeinschaftliche Species. Von den allgemeinen Resultaten des Verf. heben wir noch folgende hervor:

a) Zwei benachbarte, durch eine nordsüdlich ausgedehnte Landmasse von einander getrennte Meere können eine sehr verschiedene Molluskenfauna haben;
b) In demselben Meere und an derselben Küste können Temperatur-Verschiedenheiten verschiedene Faunen bedingen;
c) Eine Inselgruppe kann eine von dem nahe liegenden Continente sehr verschiedene Fauna haben, wenn eine Meeresströmung dazwischen läuft**).

Endlich mag noch erwähnt werden, dass, nach Dr. Gould in Boston, von 197 an der Küste von Massachusets lebenden Species nur 70 mit denen der gegenüberliegenden Küsten Europas identisch sind, während Lyell nur den dritten Theil für völlig gleich zu halten geneigt ist***).

*) Philippi in Erichsons Archiv für Naturgeschichte, X, 1844, S. 28 ff.

**) *Annales des sciences nat.* 3. *série, III*, 1845, *p*. 193 ff.

***) Lyell, Reisen in Nordamerika, S. 5. Nach neueren Mittheilungen von Agassiz sind die Süsswasserfische Nordamerikas durchaus verschieden von denen Europas, daher keine einzige Species beiden Erdtheilen gemein ist. Es giebt also, und es gab zu allen Zeiten verschiedene zoologische Provinzen, was auch bei geologischen Untersuchungen zu berücksichtigen ist.

Von besonderem Interesse sind auch die allgemeineren Betrachtungen, welche Dumont über die Abhängigkeit der Verbreitung analoger Faunen nach Zeit und Raum von den allgemeinen Temperatur-Verschiedenheiten angestellt hat*). Er ist der Ansicht, dass der Organisationstypus weit weniger vom Laufe der Zeiten, als von den äusseren Lebensbedingungen abhängig gewesen sei. Wenn also die Fossilien gewisser Tertiärschichten den Typus der jetzigen Aequatorialformen zeigen, so könnte man, nach blos päläontologischen Kriterien, die neuesten Bildungen der Aequatorialzone für gleich alt mit älteren Tertiärbildungen der gemässigten Zone halten.

Wenn überhaupt die Thiere und Pflanzen sich erst nach einem gewissen Grade der Abkühlung der Erdoberfläche ausbilden konnten, so sei es einleuchtend, dass das Leben sich nicht zugleich auf der ganzen Oberfläche entwickelte, sondern an den Polen begann, und allmälig gegen den Aequator fortschritt, bis auch dort die Bedingungen dieselben geworden waren, wie anfangs an den Polen. Bezeichnen wir nun ähnliche Generationen allgemein mit denselben Buchstaben, und die Reihe der successiven Generationen

der Polarzone mit $A\ B\ C\ .\ .\ Z$
der gemässigten Zone mit $A'\ B'\ C'\ .\ .\ Z'$
der Aequatorialzone mit $A''\ B''\ C''\ .\ .\ Z''$

so haben sich offenbar diese drei Reihen nicht gleichzeitig, sondern etwas nach einander entwickelt; denn während z. B. in der Polarzone die Generation des Typus A lebte, war in der gemässigten und heissen Zone noch gar kein Leben möglich, u. s. w. Obgleich sich also die organischen Wesen unter allen Zonen nach denselben allgemeinen Gesetzen gefolgt sind, obgleich der Entwickelungsgang nirgends ein entgegengesetzter gewesen ist, so mussten dennoch die gleichzeitig in verschiedenen Zonen neben einander existirenden Faunen und Floren verschieden sein. Als in der gemässigten Zone das Leben erst begann, hatte es in der Polarzone schon eine andere Gestalt gewonnen, weil die Temperatur gesunken war. Die analogen Generationen werden also in verschiedenen Zonen nicht gleichzeitig, sondern successiv gelebt haben. — Wenn demnach die ältesten Fossilien A, A' und A'', die wir aus verschiedenen Zonen kennen, einen analogen Formentypus zeigen, so ist diess eine Folge nicht ihrer Gleichzeitigkeit, sondern der Gleichartigkeit der Bedingungen, unter denen sie sich entwickelten. Dasselbe gilt für die nächstfolgenden Organisationstypen, und endlich auch für den Typus X, X', X'', welcher unserer jetzigen Aequatorialtemperatur entspricht, und daher in der gemässigten Zone schon lange verschwunden ist. Ueberhaupt folgert Dumont aus diesen Betrachtungen:

1) dass analoge Thierformen zu verschiedenen Zeiten gelebt haben;
2) dass die Reihe der organischen Wesen unter verschiedenen Breiten zu verschiedenen Zeiten, aber mit analogen Formen begonnen haben möge; und
3) dass wie jetzt, so auch ehemals verschiedene Zonen verschiedene Organismen beherbergten.

*) *Bull. de la soc. géol. 2. série, t. IV*, 1847.

§. 262. *Fortsetzung.*

Die den verschiedenen Lebensbedingungen entsprechende Vertheilung der Species in verticaler Richtung lässt selbst innerhalb eines und desselben Bildungsraums für ein und dasselbe Schichtensystem eine Verschiedenheit der Species erwarten.

Die meisten Species der im Meere lebenden Thiere, und insbesondere der Polypen, Mollusken und Radiaten sind an bestimmte Tiefen gebunden, innerhalb welcher sie vorzugsweise gedeihen und zu einer zahlreichen und kräftigen Entwickelung ihrer Individuen gelangen können, während sie oberhalb und unterhalb dieser Tiefe nur ein kümmerliches Dasein zu fristen, und in noch grösseren Abständen gar nicht mehr zu leben vermögen. Diess ist auch sehr begreiflich, wenn man bedenkt, wie verschiedene Verhältnisse des Druckes, der Helligkeit und der Temperatur in den verschiedenen Meerestiefen herrschen, und welchen wesentlichen Einfluss die grösseren Verschiedenheiten dieser drei Lebensbedingungen auf verschiedene Organismen ausüben müssen. In sehr grossen Meerestiefen, wo völlige Dunkelheit und eine sehr niedrige Temperatur herrschen, da scheint alles organische Leben aufzuhören; in jeder geringeren Tiefe aber können sich vorzugsweise nur gewisse Species, Geschlechter und Familien einer gedeihlichen Entwickelung erfreuen, da nur wenigen Species ein bedeutender Spielraum in verticaler Richtung vergönnt ist. Wie diess heutzutage der Fall ist, so wird es auch während aller früheren Perioden mehr oder weniger der Fall gewesen sein.

Denken wir uns also zu irgend einer Zeit ein Meeresbassin, auf dessen Grunde Sedimentschichten abgesetzt werden, so werden sich diese Schichten in den mittlern und tiefsten Regionen des Bassins vielleicht viele tausend Fuss tief ablagern, während sie nach den Rändern desselben allmälig heraufsteigen, und endlich auf ganz seichtem Meeresgrunde zum Absatz gelangen. Es ist nun geradezu unmöglich, dass die Schichten des so gebildeten Schichtensystems in ihrer ganzen Ausdehnung dieselben Species und überhaupt einen gleichen Reichthum von organischen Ueberresten umschliessen können; vielmehr lässt sich erwarten, dass sie in der Mitte entweder ganz frei von solchen Ueberresten sind, oder doch nur einzelne, zufällig herbeigeschwemmte oder hinabgesunkene Thierreste umschliessen, während sie weiter auswärts und aufwärts von mehr oder weniger zahlreichen aber, nach Maassgabe der verschiedenen Bildungstiefe, theilweise verschiedenen Species erfüllt sein werden, welche

Verschiedenheit sich sogar auf ganze Geschlechter und Familien erstrecken kann.

Dass sich diess in den jetzigen Meeren wirklich so verhält, dafür haben namentlich die schönen Untersuchungen von Edward Forbes die Beweise geliefert. Eine schon lange erwiesene Thatsache ist es, dass diejenigen gesellig lebenden Polypen, welche als die eigentlichen Erbauer der Korallenriffe und Koralleninseln zu betrachten sind, und deren vorweltliche Geschlechter daher die Korallenkalksteine der verschiedenen Formationen geliefert haben, nur bis zu der Tiefe von 20 Faden oder 120 Fuss einer kräftigen und üppigen Entwickelung fähig sind, obwohl andere, in mehr isolirten Individuen auftretende Korallen (wie z. B. die Caryophyllien) bis zu 200 Faden Tiefe vorkommen, und noch andere sogar noch tiefer hinabreichen*). Wenn also in irgend einem Meere von stabilem Grunde Korallenriffe gebildet werden, so kann solches wohl nur in Tiefen bis zu höchstens 200 Fuss der Fall sein; weiter hinaus werden die Korallenriffe verschwinden, und anderen Organismen Platz machen. Die Korallenriffe und Koralleninseln werden nur dann zu Mächtigkeiten von vielen hundert Fuss anwachsen können, wenn der Meeresgrund ganz allmäligen säcularen Senkungen unterworfen ist, durch welche immer neuere Generationen eine angemessene Bildungstiefe vorfinden werden, um sich auf dem von den älteren Generationen gebildeten Grunde anzubauen; (I, 280). Die Anwendung dieses Gesetzes auf die vorweltlichen Sedimentschichten ergiebt sich von selbst; und es ist wohl auch hieraus das gewöhnlich nur strichweise und fleckweise Auftreten der Korallenkalksteine zu erklären.

Im Jahre 1844 bemerkte Wilhelm Fuchs, in seiner schätzbaren Schrift über die Venetianer Alpen (Solothurn 1844, S. 43 f.): man habe zwar die Petrefacten zu Repräsentanten der organischen Formen ihres Zeitalters gemacht, indem man jeder Periode bestimmte Formen anwies; er könne jedoch dieser Folgerung nicht unbedingt beipflichten, und halte es nicht für unmöglich, dass, gleichwie auf dem Lande in bestimmten Höhen über, so auch im Meere in verschiedenen Tiefen unter dem Meeresspiegel verschiedene Thiere und Pflanzen lebten, und dass jene organischen Ueberreste nicht sowohl die Repräsentanten der Zeit, als vielmehr die der Höhe seien, in welcher die Ablagerung der Schichten erfolgte. Wie nach und nach die Schichten dem Meeresspiegel näher rückten, verschwanden diejenigen Wesen, deren Dasein an tieferes Wasser gebannt war, und andere traten an ihre Stelle, um wieder bei noch mehr erhöhtem Meeresgrunde neuen Formen Platz zu machen, während in tieferen Regionen die früheren Organismen nach wie vor lebten. Wo nun plötzliche und gewaltsame Erhebungen oder Senkungen des Meeresgrundes Statt fanden, da mussten die tiefer lebenden Organismen mit hinauf gehoben, oder die höher lebenden mit hinab gesenkt werden, und sich dann mit anderen, fremdartigen Organismen vermengen.

*) Nach Stockes findet sich z. B. *Primnoa lepadifera* an den Küsten Norwegens bis zu 1800 F. Tiefe, und J. Ross fand an den Küsten von Victorialand Species von Retepora, Hornera, Primnoa, Melitaea und Madrepora in 1600 bis 1800 F. Tiefe. Auch hat Forbes an den Küsten Grossbritanniens eine Tiefsee-Korallenzone zwischen 300 und 600 F. Tiefe nachgewiesen.

Diese, zum grossen Theile sehr wahre Bemerkung, aus welcher Fuchs das anomale Durcheinander-Vorkommen der Fossilien in gewissen Alpinischen Sedimentschichten zu erklären versuchte, wurde in demselben Jahre durch die vortreffliche Abhandlung von Edward Forbes: *On the light thrown on Geology by submarine researches* (in *The Edinb. new phil. Journal*, *vol.* 36, 1844, p. 318 ff.) ihrem wesentlichen Inhalte nach bestätigt*). Forbes hatte sich in den Meeren Grossbritanniens und dann im Aegäischen Meere mit sehr genauen Untersuchungen über die Vertheilung der marinen Organismen beschäftigt, und war dadurch zu folgenden, für die Geognosie äusserst wichtigen Resultaten gelangt:

1) Die Thiere und Pflanzen sind nicht ohne Unterschied auf dem Meeresgrunde vertheilt, sondern gewisse Species leben in gewissen Tiefen, so dass der Meeresgrund eine Reihe von Zonen bildet, welche mit verschiedenen Thieren belebt sind.

Der Verf. unterscheidet zuvörderst die zwischen Fluth und Ebbe enthaltene, bis 2 Faden tiefe, und an organischem Leben besonders reiche Litoralzone, welche, überall auf ähnliche Weise durch bestimmte Organismen charakterisirt, von ihm an den Englischen und Griechischen, von Audouin und Milne-Edwards an den Französischen, von Sars an den Norwegischen Küsten nachgewiesen worden ist. Unter ihr folgt in den Britischen Meeren die von 2 bis 10 Faden Tiefe reichende Zone der Laminarien, mit ganzen Wäldern breitblättriger Tange und vielen nackten Mollusken. Getrennt von ihr durch eine Zone von Schlamm oder Geröll, in welcher viele Bivalven leben, folgt von 20 bis 40 Faden Tiefe die Zone der Corallinen, voll schöner Zoophyten und mit vielen Species von Mollusken und Crustaceen, insbesondere auch mit den grossen Bänken monomyarer Conchiferen, welche in der Nordsee vorkommen. Darunter folgt eine noch wenig erforschte Region, in welcher massige Korallen und Brachiopoden leben**).

In den östlichen Theilen des Mittelländischen Meeres hat Forbes seine Untersuchungen bis zu 230 Faden Tiefe ausgedehnt und acht wohl abgegränzte Zonen (abwärts bis zu 2, 10, 20, 35, 55, 75, 105 und 230 Faden) nachgewiesen. In den erhobenen Schichten der Tertiärformationen so wie in der Kreideformation finden sich ebenfalls dergleichen Zonen, und unzweifelhaft hat die Tiefe zu allen Zeiten den wichtigsten Einfluss auf die Vertheilung des thierischen Lebens im Meere ausgeübt.

2) Die Anzahl der Species ist viel kleiner in den tieferen, als in den höheren Zonen; die Pflanzen verschwinden unterhalb einer ge-

*) Die ersten hierher gehörigen Mittheilungen von Forbes datiren sich vom Jahre 1842; übrigens hatte De-la-Beche schon im Jahre 1834, in seinen *Researches in theoretical Geology* auf die verschiedenen Gesetze der Vertheilung der Mollusken aufmerksam gemacht, und solche durch eine von Broderip entworfene Tabelle erläutert.

**) Vergl. auch des Verf. Abhandlung: *On the geological relations of the existing fauna of the British Isles*, im ersten Bande der *Memoirs of the Geol. Survey of Great Britain*.

wissen Tiefe, und die Verminderung der Thierspecies verweist auf einen Nullpunct in nicht gar zu grosser Entfernung.

Im Aegäischen Meere hören die Pflanzen bei 100 Faden auf, und die achte Zone zeigt in ihrem untersten Theile nur noch 8 Species Mollusken, während die Litoralzone über 150 Species enthält, so dass vielleicht bei 300 Faden das thierische Leben verschwindet. Der Nullpunct desselben liegt im Meere tiefer, als der des vegetabilischen Lebens; seine geologische Bedeutung ist aber einleuchtend; denn alle unter diesem Nullpuncte gebildeten Schichten werden ganz leer oder sehr arm an organischen Ueberresten sein. Da nun der grösste Theil des Meeresgrundes tiefer als der Nullpunct des organischen Lebens liegt, so werden sich auch die meisten Schichten frei von Fossilien erweisen. Die Abwesenheit von organischen Ueberresten beweist daher nicht sowohl eine Bildung vor dem Dasein organischer Wesen, als vielmehr nur eine Bildung in sehr tiefem Meeresgrunde. Diess mag z. B. mit den mächtigen und fast ganz fossilfreien Schichtensystemen der Scaglia in Süd-Europa, und eben so mit dem alten Schiefergebirge der Fall gewesen sein.

3) Die Anzahl von Organismen, welche auch einem kälteren Klima angehören ist nicht in allen Tiefenzonen dieselbe, sondern sie nimmt mit der Tiefe zu. Die Lebenswelt der Litoralzone ist es, welche das Klima der betreffenden Gegend charakterisirt; in den tieferen Zonen dagegen erscheinen solche Species, welche die Litoralzone in höheren geographischen Breiten zu führen pflegt*). Die Aequivalente der den höheren Breitengraden entsprechenden Formen treten daher in den tieferen Regionen des Meeres auf, wie diess mit der Pflanzenwelt des Landes umgekehrt der Fall ist, wo sie in den höheren Regionen zu finden sind**). Dieses schon früher von De-la-Beche hervorgehobene Verhältniss ist äusserst wichtig für die Geognosie, und muss uns warnen, aus dem klimatischen Charakter der Fos-

*) Diess bestätigt auch Lovén für die Küsten Scandinaviens. So wie die Englischen Species im Mittelländischen Meere gleichfalls vorkommen, jedoch in grösserer Tiefe, so finden sich an den Küsten von Bohuslän in 80 Faden Tiefe dieselben Species, welche in Finnmarken nur 20 Faden tief leben. *L'Institut*, *Nr.* 600, 1845, *p.* 236.

**) Spratt hat neuerdings gezeigt, wie die verschiedene Vertheilung der Organismen in der Tiefe wesentlich durch die Temperatur bestimmt wird. Im Aegäischen Meere sind die Mitteltemperaturen der 6 oberen von Forbes bestimmten Zonen während des Sommers 30°, 23°, 20°, 16,6° und 13,3° C. So ist also in den verschiedenen Meerestiefen das Klima der verschiedenen Breitengrade gegeben. Die Verschiedenheiten des Druckes scheinen dagegen einen geringeren Einfluss auszuüben, als man gewöhnlich glaubt. Die grösste Tiefe, bis zu welcher Spratt noch Thiere antraf, betrug 390 Faden, doch glaubt er im Mittel 300 Faden als die Gränze der zahlreicheren Bevölkerung annehmen zu können. Belcher bestätigt die Richtigkeit der Temperatur-Angaben von Spratt, und bemerkt, dass der Schlammgrund des Meeres stets die Temperatur der aufliegenden Wasserschicht besitzt. *Athenaeum* Nr. 1088.

silien keine Folgerungen zu ziehen, ohne dabei auf die Tiefen Rücksicht zu nehmen.

4) Nicht alle Arten des Meeresgrundes sind gleich geeignet zur Unterhaltung des thierischen und pflanzlichen Lebens.

In allen Zonen findet man gewisse mehr oder weniger unbelebte Regionen, welche gewöhnlich aus Sand oder Schlamm bestehen, und nur von wenigen weichen, der Erhaltung unfähigen Thieren bewohnt werden, obgleich manche derselben reich an Würmern und Fischen sind. Hieraus erklärt sich die Armuth vieler Sandsteinbildungen an Fossilien.

5) Die aus Meeresthieren gebildeten Bänke oder Schichten haben bestimmte Gränzen ihrer Mächtigkeit. Jede Species prosperirt am meisten in einer gewissen Meerestiefe; sie kann also dadurch aussterben, dass sie durch Anhäufung ihrer selbst die obere Gränze dieser Tiefe erreicht. Dann können sich aber andere Species ansiedeln; oder es kann, wenn der Meeresgrund sinkt, abermals eine Bank derselben Species entstehen, nachdem vielleicht in der Zwischenzeit nur Schlamm oder Sand abgesetzt wurde. Diess erklärt den Wechsel fossilreicher und fossilfreier Schichten, wie denn überhaupt die Niveau-Aenderungen des Meeresgrundes auf alle diese Verhältnisse den grössten Einfluss ausüben müssen.

6) Diejenigen Species, welche durch viele Zonen hindurchgehen oder am weitesten in die Tiefe hinabreichen, haben auch eine grosse horizontale Verbreitung, weil sie natürlich bei sehr verschiedenen Temperaturen bestehen können und daher unabhängiger von den Aenderungen des Klimas sind, als andere Species. Hieraus folgt auch der schon früher von Verneuil und d'Archiac aufgestellte Satz*), dass solche Species, welche ein sehr grosses Verbreitungsgebiet haben, auch durch mehre successive Perioden fortleben, und daher in verschiedenen Formationen vorkommen können.

7) Die Mollusken wandern in ihrem Larvenzustande, und sterben dann ab, sobald sie bei ihrer weiteren Entwickelung nicht die ihnen entsprechende Tiefenzone erreicht haben. Dieses Wandern der Mollusken, auf welches der Verf. schon 1840 aufmerksam machte, ist eine sehr wichtige Thatsache, kommt aber nur in ganz jugendlichem Alter vor. Alle Mollusken erleiden nämlich eine Metamorphose, meist ausser dem Eie. So scheinen z. B. alle Gasteropoden ihr Dasein fast in derselben Form zu beginnen, als eine sehr einfache Spiralconchylie, in welcher sich das Thier mit zwei Schwimmflossen vorwärts bewegt. Sie sind dann gewissermaassen wie Pteropoden zu betrachten, und in dieser Form wandern sie; auch mögen oft die Eier von den Wellen in ungeheurer Menge weit fortgeschwemmt werden. Haben sie nun, wenn der Zeitpunct ihrer weiteren Metamorphose gekommen ist, den

*) *Bull. de la soc. géol. t.* 13, 1842, *p.* 260, auch 2. *série, t.* 2, 1845, *p.* 482, und *Trans. of the geol. soc.* 2. *series, VI, p.* 335.

passenden Meeresgrund erreicht, so gedeihen sie; wo nicht, so vergehen sie; und so mögen alljährlich Millionen und Millionen von junger Brut umkommen*).

Auch William Rhind theilt interessante Betrachtungen mit, welche sich unmittelbar an die Resultate von Forbes anschliessen (*The Edinb. new philos. Journ. vol.* 36, 1844, *p.* 327). Die obersten Etagen des Meeres seien erfüllt mit Leben; aber wie in der Atmosphäre aufwärts, so gebe es im Meere abwärts eine Gränze, jenseits welcher keine Pflanze und kein Thier mehr gedeiht. Diese Gränze werde nicht nur durch die Verminderung der Temperatur, sondern auch durch den Mangel des Lichtes und der atmosphärischen Luft sowie durch den Druck bestimmt. Zwar kenne man noch nicht genau ihre Tiefe, aber ihre Existenz sei ausser allen Zweifel gestellt, da die Sondirungen aus grossen Meerestiefen nur Schlamm und Steine, aber keine Spur von organischen Körpern liefern. Der Meeresgrund verhalte sich also abwärts, wie ein in den Tropenländern gelegenes Gebirge aufwärts, d. h. er ist in Zonen verschiedener Temperatur getheilt, welchen verschiedene Pflanzen- und Thierformen entsprechen, bis endlich alles Leben aufhört.

Diess finde seine unmittelbare Anwendung auf die sedimentären Formationen. Man begreife nun, warum organische Ueberreste in den oberen Schichten einer Formation oft reichlich vorkommen, während solche in den tieferen Schichten immer seltener werden, und endlich ganz verschwinden. Die sogenannte primäre Schieferformation könne daher recht wohl zu derselben Zeit in sehr grossen Tiefen des Oceans abgesetzt worden sein, zu welcher sich im seichten Meere die Lias- und Juraformation bildete, u. s. w. Mit dieser letzten Bemerkung, so wie mit einigen anderen Folgerungen des Verf. können wir uns jedoch nicht einverstanden erklären.

Einen sehr wesentlichen Einfluss auf die specifische Verschiedenheit der Fossilien übte auch die materielle Beschaffenheit des Meeresgrundes aus, welche sich uns in der petrographischen Natur der betreffenden Schichten zu erkennen giebt. Auf felsigem Grunde leben andere Species, als auf Geröll- oder Sandgrund, und dieser beherbergt wieder andere Species als wie sie im Schlammgrunde vorkommen, bei welchem es abermals Verschiedenheiten zur Folge hat, je nachdem er von thonigem oder kalkigem Schlamme gebildet wird. Daher verschliesst denn auch eine und dieselbe Formation in ihren petrographisch verschiedenen Etagen oder Gliedern oft ganz verschiedene Fossilien, und ihre Kalksteine, Sandsteine, Thone und Schieferthone werden als ver-

*) Mit dieser von Forbes hervorgehobenen Thatsache des Wanderns vieler Mollusken im Larvenzustande und des weiten Fortschwimmens der Eier anderer Thiere möchte wohl auch das Vorkommen von isolirten Colonieen gewisser organischer Ueberreste mitten in dem Gebiete anderer Formen im Zusammenhange stehen, auf welches Barrande in der *Esquisse géologique* zu seinem Werke über die Fossilien der Böhmischen Silurformation (p. 79) die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

schiedene Gesteine auch mehr oder weniger durch verschiedene organische Ueberreste charakterisirt.

Dass endlich auch Aenderungen in der Beschaffenheit des Meerwassers gewisse Modificationen der Fauna und Flora nach sich ziehen mussten, diess ist begreiflich. Wenn also durch einbrechende Landgewässer das Meerwasser brakisch gemacht oder auch ganz zurückgedrängt wurde, so wird an die Stelle der marinen Fauna entweder eine gemischte, oder sogar eine Süsswasserfauna getreten sein. Wenn irgendwo auf dem Meeresgrunde Exhalationen von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff eintraten, so wurden die dort vorhandenen Thiere getödtet, ohne dass sich andere an ihrer Stelle entwickeln konnten, so lange jene Exhalationen fortdauerten.

Bei dieser Gelegenheit mag auch an die Umstände erinnert werden, welche eintreten mussten, wenn irgend eine grössere Region des Landes rasch unter den Meeresspiegel submergirt wurde. Als erstes Ereigniss wird wohl eine ungewöhnlich starke Zuschwemmung von allerlei Gesteinsschutt durch die, in Folge der Senkung gesteigerte Fallthätigkeit der Landgewässer vorausgesetzt werden können. Die Fauna des Meeres wird sich aber keinesweges sogleich mit der ganzen Manchfaltigkeit ihrer Species auf dem submergirten Grunde verbreitet haben; vielmehr werden die Species nach Maassgabe ihrer grösseren oder geringeren Beweglichkeit früher oder später eingewandert sein, um von dem neuen Gebiete Besitz zu nehmen; also erst die Fische, die Crustaceen und die schwimmenden Mollusken, dann die Radiaten, und zuletzt die sessilen Mollusken und Korallen; wobei natürlich der Wogengang und die Fluth durch Zuschwemmung von Eiern und junger Brut die Verbreitung der minder beweglichen oder völlig sessilen Species unterstützt oder ermöglicht haben werden. Daher sind es bisweilen fast nur Ueberreste von Fischen, welche wir in den ersten Schichten eines neu gebildeten Meeresgrundes antreffen; (Kupferschiefer Thüringens).

§. 263. *Verschiedene Facies der Sedimentformationen; stellenweise Auskeilung und Unterdrückung ihrer Glieder.*

Aus allen vorhergehenden Betrachtungen ergiebt sich, dass eine und dieselbe Sedimentformation nicht nur innerhalb verschiedener Bildungsräume, sondern sogar innerhalb eines und desselben Bildungsraumes oder Bassins mit sehr verschiedenem Habitus ausgebildet sein kann, und zwar sowohl in petrographischer als auch in paläontologischer Hinsicht, sowohl in horizontaler als in verticaler Richtung.

Da nämlich das Material der Sedimentschichten theils durch Flüsse herbeigeschwemmt, theils von organischen Körpern geliefert, theils auch (zumal als kohlensaurer Kalk) durch chemischen Niederschlag gebildet

wurde, so begreift man, welche grosse petrographische Verschiedenheiten selbst in den gleichzeitig entstandenen Schichten einer und derselben Formation Statt finden können. Während z. B. an einem Theile des Bassinrandes Gerölle und gröberer Gesteinsschutt abgesetzt wurden, kann in einem anderen Theile Sand, in einem noch anderen Theile Thon oder Kalkschlamm zum Absatze gelangt sein, so dass ein und dasselbe Schichtensystem, welches hier als Conglomerat erscheint, anderswo als Sandstein oder als Schieferthon, und in noch grösserer Entfernung als Mergel oder als Kalkstein ausgebildet sein, und daher in verschiedenen Regionen einen sehr verschiedenen petrographischen Habitus zeigen kann; was wesentlich von den mancherlei Ursachen und Umständen abhängen wird, durch welche und unter welchen in einer jeden Region das vorwaltende Material geliefert worden ist.

Da nun auch die organischen Ueberreste, nach Maassgabe der horizontalen Ausdehnung und der wechselnden Tiefe des Bassins, so wie nach Maassgabe der materiellen Beschaffenheit seines Grundes nicht nur specifische und generische Verschiedenheiten, sondern auch Verschiedenheiten in Bezug auf ihre grössere oder geringere Frequenz, in Bezug auf ihr geselliges oder sporadisches Vorkommen zeigen werden, so begreift man, dass eine und dieselbe Sedimentformation in verschiedenen Theilen ihres Verbreitungsgebietes auch einen sehr verschiedenen paläontologischen Habitus entfalten kann.

Diese Verschiedenheiten des Habitus in petrographischer und paläontologischer Hinsicht sind es, welche zum Theil schon durch die von Constant Prévost*) eingeführten Ausdrücke des pelagischen, litoralen und fluviomarinen Habitus bezeichnet werden, während gleichzeitig Gressly das Wort Facies vorgeschlagen hat, um nicht nur diese, sondern auch noch andere, speciellere Verschiedenheiten des Habitus auszudrücken.

Gressly unterscheidet in der ersten Hälfte seiner trefflichen Abhandlung: *Observations géologiques sur le Jura Soleurois*, welche 1838 im 2. Bande der Neuen Denkschriften der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammte Naturwissenschaft (oder der *Nouveaux Mémoires de la société helvétique des sc. nat.*) erschienen ist, nicht nur im Allgemeinen eine litorale, subpelagische, pelagische und oceanische Facies (*facies ou aspect de terrain*), sondern auch noch besonders im Gebiete der ersteren *le facies corallien*, *le facies vaseux*, *le facies subvaseux*, und im Gebiete der zweiten *le facies de charriage*, *le facies à polypiers spongieux* u. s. w.; Unterscheidungen, welche auch Marcou in seiner Schilderung der Juraforma-

*) *Bull. de la soc. géol. t.* 9, 1838, *p.* 90 f.

tion und Neocombildung bei Salins geltend macht, und welche in der That eine wesentliche Berücksichtigung erheischen, daher sie auch immer mehr Eingang finden.

Ein mit diesen verschiedenen Facies der Formationen und Formationsglieder nahe verwandter Gegenstand ist die verschiedene Mächtigkeit, mit welcher sie in verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsgebietes zur Ausbildung gelangt sind. Eine und dieselbe Formation, so wie eine und dieselbe Etage derselben kann nämlich hier mehre hundert Fuss mächtig auftreten, während sie vielleicht anderswo bis zu einigen tausend Fuss Mächtigkeit anschwillt, und dagegen in noch anderen Regionen weit unter hundert Fuss Mächtigkeit herabsinkt. Diese schwankenden Mächtigkeits-Verhältnisse waren besonders in den Verhältnissen der Zuschwemmung ihres Materials begründet, indem z. B. ein klastisches Sediment um so weniger mächtig abgesetzt sein wird, je weiter von dem Ursprunge der Zuschwemmung sein Absatz erfolgte; auch übte der Unterschied der litoralen, pelagischen und oceanischen Bildungsregionen einen mehr oder weniger grossen Einfluss auf die Mächtigkeit der Absätze aus.

Uebrigens hängt auch hiermit die gar nicht selten vorkommende Erscheinung zusammen, dass ganze Etagen oder Formationsglieder nach gewissen Richtungen zu einer vollständigen Auskeilung (I, 501) gelangen, dass also eine und dieselbe Formation innerhalb ihres Verbreitungsgebietes bald eine grössere, bald eine geringere Anzahl von Formationsgliedern enthalten kann.

Der obere Grünsand, ein Glied der Englischen Kreideformation, welcher auf der Insel Wight fast 100 Fuss mächtig ansteht, ist östlich von Folkstone nur 14 F. mächtig, und weiter landeinwärts blos in schwachen Spuren vorhanden (*Fitton*, *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, *p*. 444). Der Muschelkalk, dieses mittlere Glied der Triasformation, erlangt im südwestlichen und centralen Teutschland die bedeutende Mächtigkeit von 1000 F. und darüber, wird aber nach Nordwesten immer schmäler, zerschlägt sich bei Ibbenbühren in drei oder vier, etwa 20 bis 30 F. mächtige und mit bunten Mergeln wechselnde Lager, und keilt sich weiterhin so vollständig aus, dass er in England gar nicht mehr nachzuweisen ist. (Hoffmann, in Karstens Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, XII, S. 304). In den paläozoischen Formationen Nordamerikas findet ganz allgemein das Gesetz Statt, dass die aus Kalkstein bestehenden Etagen von Osten nach Westen immer mächtiger werden, während die von Sandstein und Schiefer gebildeten Etagen in derselben Richtung an Mächtigkeit abnehmen und endlich verschwinden, so dass die ganze Formationsgruppe in den westlichen Staaten aus viel wenigeren Gliedern besteht, als im Staate Neu-York. (*Verneuil*, *Bulletin de la soc. géol.* 2. *série*, *IV*, *p*. 668.)

Dieses Ausfallen oder diese Unterdrückung ganzer Formationsglieder kann aber auch in anderer Weise durch eine ganz andere Ursache, nämlich durch das verschiedenzeitige Eintreten der Submersion und Emersion der verschiedenen Bildungsräume hervorgebracht werden. Wenn z. B. eine Formation in denjenigen Regionen, wo sie in ihrer ganzen Vollständigkeit zur Ausbildung gebracht ist, aus vier Etagen *a*, *b*, *c* und *d* besteht, so kann und wird es oft der Fall gewesen sein, dass irgend andere Regionen erst nach Ablauf desjenigen Zeitraumes zur Submersion gelangten, während dessen die Etage *a* gebildet worden war; in solchen Regionen wird also diese untere Etage gar nicht vorhanden sein, und die ganze Formation sogleich mit der Etage *b* beginnen. Noch andere Regionen können nach der Bildung der dritten Etage *c* zur Emersion gelangt sein, so dass in ihren Bereichen die Bildung der vierten Etage *d* unmöglich war, und die ganze Formation mit der Etage *c* zu Ende geht. Wie es also nach §. 257 (S. 20) durch die wechselnden Verhältnisse der Submersion und Emersion herbeigeführt wird, dass die vollständige Reihe aller Sedimentformationen in keiner Gegend vorausgesetzt werden kann, so wird auch durch dieselben Verhältnisse die Ausbildung bald dieses bald jenes Gliedes einer jeden einzelnen Formation in der einen oder in der andern Gegend unmöglich gemacht worden sein.

Wo die Kreideformation in ihrer ganzen Vollständigkeit existirt, wie z. B. in England, da besteht sie aus vier grossen Haupt-Etagen, nämlich aus der Neocombildung, dem Gault, dem oberen Grünsande und der Kreide, oder deren Aequivalenten. In Sachsen und Böhmen fehlen nun die beiden ersteren Etagen durchaus, während die beiden letzteren vorhanden sind, man kann diess kaum anders erklären, als durch die Annahme, dass die betreffenden Gegenden Teutschlands später zur Submersion gelangten, zu einer Zeit, als bereits in anderen Gegenden die Neocomschichten und der Gault gebildet waren.

§. 264. *Uebersicht der Sedimentformationen nach ihrer Lagerungsfolge und ihren Fossilien.*

Die älteste unter allen Sedimentformationen, welche noch heutzutage in vielen ihrer Glieder die Merkmale einer sedimentären Entstehungsweise ganz entschieden an der Stirn trägt, obwohl sie in anderen Gliedern als eine kryptogene, krystallinische oder semikrystallinische Bildung erscheint, ist die alte Schieferformation; ein oft sehr mächtiges, vorwaltend aus Thonschiefer oder ähnlichen schieferigen Gesteinen bestehendes Schichtensystem, welches in seinem petrographischen Habitus zwischen Glimmerschiefer und Grauwackenschiefer, zwischen krystalli-

nischem und klastischem Wesen schwankt, und bald dem einen, bald dem andern dieser Extreme näher steht. Ueberall, wo sie unter den neueren Formationen zu Tage austritt, erscheint sie mit ähnlichen Eigenschaften, und noch nirgends hat sie bis jetzt Spuren organischer Ueberreste erkennen lassen. Sie mag daher durch einen sehr allgemeinen, überall unter ähnlichen Bedingungen eingeleiteten, und auf die Bearbeitung ähnlichen Materiales gerichteten Process gebildet worden sein. Ihre Bildungsperiode aber muss in jene älteste Vorzeit fallen, da die Bedingungen zum Bestehen organischer Wesen noch gar nicht vorhanden waren. Sie ist die einzige fossilfreie oder prozoische Formation, welche sich auch in ihrer gegenwärtigen Erscheinungsweise wenigstens zum Theil noch wirklich als eine Sedimentformation erkennen lässt, und kann füglich unter dem Namen Urschieferformation aufgeführt werden, da sie hauptsächlich aus Schiefern besteht, allen übrigen Sedimentformationen vorausgegangen ist, und sich oftmals mit der primitiven Gneissformation so innig verknüpft zeigt, dass sie von ihr kaum getrennt werden kann. Deshalb und wegen des kryptogenen Charakters vieler ihrer Gesteine wird sie auch füglich mit in den Kreis der primitiven Formationen zu verweisen sein, obgleich sie gewissermaassen nur an der äussersten Peripherie dieses Kreises ihren Platz finden kann.

Alle nach und über der Urschieferformation zur Ausbildung gekommenen Sedimentär-Formationen sind mehr oder weniger fossilhaltig, sind es wenigstens in gewissen Regionen ihrer Verbreitungsgebiete, wenn sie sich auch in anderen Regionen, aus denen in §. 262 angegebenen Gründen, äusserst arm und sogar völlig leer an organischen Ueberresten erweisen können. Diese sehr zahlreichen Formationen lassen sich nun zuvörderst nach dem allgemeinen Charakter ihrer organischen Ueberreste in folgende Abtheilungen bringen:

I. Paläozoische oder primäre Formationen,

II. Mesozoische oder secundäre Formationen,

III. Känozoische oder tertiäre und quartäre Formationen,

an welche letztere sich endlich die Bildungen der Gegenwart oder Jetztwelt anschliessen.

Was nun zunächst die Abtheilung der paläozoischen Formationen betrifft, welche wir auch mit Boué als die primäre Classe der fossilhaltigen Sedimentformationen bezeichnen können*), so begreift die-

*) *Le sol primaire (intermediaire des auteurs) est ce grand ensemble des plus anciens dépôts, qui ont précedé le sol secondaire; Guide du Geologue voyageur, I,* 1835, *p.* 495.

selbe folgende vier, sowohl durch ihre bathrologische Stellung, als auch durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften wesentlich verschiedene Formationen:

1) die Silurische Formation, oder die ältere Uebergangsformation,
2) die Devonische Formation, oder die neuere Uebergangsformation,
3) die Steinkohlenformation, oder die carbonische Formation, und
4) die Permische Formation, oder Rothliegendes und Zechstein.

Die Silurische und die Devonische Formation sind es, welche früher von Werner unter dem Namen der Uebergangsformation zusammengefasst und auch häufig unter dem Namen Grauwackenformation aufgeführt worden sind. Da sie gewöhnlich eine grosse petrographische Aehnlichkeit besitzen und fast nur durch ihre organischen Ueberreste zu unterscheiden sind; da man also in solchen Gegenden, wo dergleichen Ueberreste entweder gar nicht, oder doch nicht in hinreichender Anzahl und Deutlichkeit vorkommen, zweifelhaft darüber bleiben kann, welche von beiden Formationen vorliegt, während man doch darüber gewiss ist, dass man es mit einer von beiden zu thun hat, so erscheint es nicht ganz verwerflich, beide Formationen gemeinschaftlich als Uebergangsformationen zu bezeichnen, wie sie denn auch wirklich den Uebergang aus der ältesten, fossilfreien Sedimentformation in die neueren fossilhaltigen Formationen vermitteln.

Wie viel also auch gegen den Namen Uebergangsformation geeifert worden sein mag, bisweilen ist ihm dennoch eine gewisse praktische Brauchbarkeit gar nicht abzusprechen, indem er uns eine provisorische Benennung darbietet, welcher wir uns so lange bedienen werden, bis uns weitere Forschungen berechtigen, sie mit dem Namen Silurische oder Devonische Formation zu vertauschen.

Die Steinkohlenformation wurde sonst als die älteste der secundären Formationen (oder der Flötzformationen) betrachtet, auch wohl nicht selten mit dem Rothliegenden, als dem einen Gliede der Permischen Formation, vereinigt. Während nun gegen diese Vereinigung schon die Lagerungsverhältnisse ganz entschieden zeugen, so sprechen die organischen und namentlich die thierischen Ueberreste beider Formationen weit mehr für ihre Einreihung in die primäre oder paläozoische, als in die secundäre oder mesozoische Formationsgruppe, wie diess auch von Bronn schon lange behauptet worden ist.

Für die Steinkohlenformation hat diese Ansicht schon vor längerer Zeit Eingang gefunden; für die Permische Formation haben sich ihr unter Anderen Deshayes, im *Bull. de la soc. géol. t. IX*, 1838, *p.* 154, Phillips in seinem Werke über die paläozoischen Fossilien von Cornwall und Devonshire (1841), Verneuil und d'Archiac (*Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *VI*, *p.* 309) und Murchison (1843) angeschlossen. Sedgwick aber sprach es bereits im Jahre 1829, in seiner vortrefflichen Abhandlung über den *magnesian-limestone* aus, dass sich dieser Kalkstein, eines der Hauptglieder der Permischen Formation, durch seine paläontologischen Merkmale weit inniger mit der Steinkohlenformation, als mit den folgenden Formationen verbunden zeige. (*Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *III*, *p.* 99).

Die Abtheilung der mesozoischen oder secundären Formationen begreift wesentlich folgende Formationen und Formationsgruppen:

1) die Triasformation, oder die triassische Formationsgruppe,
2) die jurassische Formationsgruppe, und
3) die Kreideformation, oder cretacische Formation.

Die Triasgruppe lässt sich zwar nach petrographischen und bathrologischen Verhältnissen gewissermaassen in drei verschiedene Formationen, nämlich in die Buntsandstein-Formation, die Muschelkalk-Formation und die Keuper-Formation zerlegen; wie denn auch der von v. Alberti vorgeschlagene Name Trias diese dreigliederige Zusammensetzung derselben ausdrücken soll. Allein in paläontologischer Hinsicht möchten diese drei Bildungen wohl nur als eben so viele Hauptglieder einer und derselben Formation zu betrachten sein. Der Muschelkalk verhält sich zu den beiden anderen Bildungen auf ähnliche Weise, wie der Kohlenkalkstein zu der Steinkohlenformation im engeren Sinne des Wortes, und wollte man ihn als eine selbständige Formation betrachten, so müsste eigentlich auch der Kohlenkalkstein consequenterweise als eine solche eingeführt werden. Wir werden jedoch später sehen, dass manche sehr triftige Gründe für beide Kalksteinbildungen einer solchen Betrachtungsweise entgegenstehen.

Die Triasformation stand bisher so isolirt da, wie diess kaum von irgend einer anderen Formationsgruppe ausgesagt werden konnte; denn ihre organischen Ueberreste verweisen auf eine Fauna von so ganz eigenthümlichem und abgeschlossenem Charakter, dass keine Species weiter abwärts, und kaum eine Species weiter aufwärts zu reichen schien. Seitdem jedoch bei St. Cassian und an vielen anderen Orten der Tyroler und Venetianer Alpen eine zur Trias gehörige, und dort die Keuperformation vertretende Bildung nachgewiesen worden ist, in deren Fossilien sich zum Theil der allgemeine Typus der paläozoischen Formen wiederholt, so möchte man sich fast geneigt fühlen, der, so viel uns erinnerlich, einmal von Alcide d'Orbigny angedeuteten

Ansicht beizutreten*), dass die Trias noch in die Gruppe der paläozoischen Formationen zu verweisen sei. Weil sich jedoch diese merkwürdige Bildung von St. Cassian anderseits auch an jüngere Formationen anschliesst, so lassen wir die Trias überhaupt noch einstweilen bei den secundären Formationen stehen.

In der jurassischen Formationsgruppe sind folgende drei Formationen zu unterscheiden:

a) die Liasformation,

b) die Juraformation, und

c) die Wealdenformation,

von welchen die beiden ersteren entschiedene Meeresbildungen sind, wogegen die letztere durch ihre organischen Ueberreste als eine Süsswasser- und Aestuarienbildung bezeichnet ist. Uebrigens wird die ganze Formationsgruppe durch ihre sehr zahlreichen Fossilien vortrefflich charakterisirt, und eben so von den vorausgehenden als von den nachfolgenden Formationen getrennt.

Man hat wohl zuweilen die Wealdenformation als eine parallele oder äquivalente Formation der gleich nachher zu erwähnenden Neocombildung betrachtet; seitdem jedoch von Römer die letztere auf der ersteren aufliegend nachgewiesen und von Fitton gezeigt worden ist, dass die unterste Etage der Englischen Kreideformation, welche die dortige Wealdenformation überlagert, die Charaktere der Neocombildung besitzt, ist diese Ansicht wiederum verlassen worden. Dass aber die Wealdenformation wohl richtiger mit der jurassischen Formation als mit der Kreide zu gruppiren sein dürfte, diess ist noch neulich von Murchison und Robertson hervorgehoben worden.

Die Kreideformation zeigt in verschiedenen Regionen ihres Vorkommens eine ziemlich abweichende petrographische Zusammensetzung und lässt zwar einige wesentlich verschiedene Formationsglieder, wie z. B. die Neocombildung, den Gault, den Quadersandstein, die eigentliche Kreide u. s. w. unterscheiden, welche jedoch kaum als selbständige Formationen zu betrachten sein dürften, weshalb denn auch die ganze Gruppe dieser Glieder nur eine Formation darstellt, für welche wir den Namen Kreideformation beibehalten.

Wir tragen Bedenken, uns dem Vorschlage unsers verehrten Freundes Geinitz anzuschliessen, die teutsche Kreideformation deshalb, weil solche vorwaltend aus Quadersandstein besteht, die Quaderformation zu nennen, weil es uns nicht vortheilhaft erscheinen will, Bildungen, über deren Synchronismus und bathrologische Coincidenz kein Zweifel obwaltet, ihrer verschiedenen petrographischen Facies wegen mit verschiedenen Formations-Namen zu belegen. Die Formation wurde in England und Frankreich, wo sie zuerst rich-

*) *Bibliotheque universelle, sc. phys. VI*, 1847, *p.* 123 f.

tig erkannt und genauer studirt worden ist, unter dem Namen Kreideformation eingeführt, weil dort die Kreide, diese ganz eigenthümliche Kalkstein-Varietät, als das charakteristische Gestein ihrer oberen Etage auftritt. Wenn nun auch in anderen Ländern die eigentliche Kreide vermisst wird, so findet doch ausserdem in den meisten Gegenden eine so grosse petrographische und paläontologische Uebereinstimmung mit der Englischen und Französischen Formation Statt, dass die betreffenden Schichtensysteme überall mit Sicherheit als Glieder derselben Formation zu erkennen sind.

Mit der Kreideformation endigt die Abtheilung der mesozoischen Bildungen. Die folgende Abtheilung der känozoischen Formationen, unter deren organischen Ueberresten sich schon viele, noch in der Jetztwelt lebende Species befinden, lässt zuvörderst eine Reihe von Bildungen erkennen, welche man, um ihre Stellung zu den secundären Formationen auszudrücken, tertiäre Formationen genannt hat*). Nach den Verhältnissen des grösseren oder geringeren Vorwaltens von ausgestorbenen Species hat Deshayes diese Formationen in drei Gruppen gesondert, für welche Lyell die jetzt allgemein adoptirten Namen der eocänen, miocänen und pliocänen Bildungen in Vorschlag brachte. Wir unterscheiden daher:

1) Eocäne oder ältere Tertiärformationen,
2) Miocäne oder mittlere Tertiärformationen, und
3) Pliocäne oder neuere Tertiärformationen.

Diese Lyell'schen Namen gründen sich auf die paläontologischen Charaktere der betreffenden Bildungen; in den älteren Tertiärformationen erscheinen nur wenige Formen, welche auf jetzt lebende Species bezogen werden können, so dass sich in ihnen gleichsam nur die Dämmerung, die erste Morgenröthe des neuen oder jetzigen Schöpfungstages kund giebt; daher der von *ἠώς* die Morgenröthe, und *καινός* neu gebildete Name. Die mittleren Tertiärformationen verschliessen zwar schon weit mehre lebende oder der Neuzeit angehörige Species, aber doch immer noch wenigere, als die neueren Tertiärformationen, weshalb sie in Vergleich zu diesen miocän (von *μείων* und *καινός*) genannt wurden, während die letzteren, wegen der noch grösseren Anzahl von neuen Species, den aus *πλείων* und *καινός* gebildeten Namen pliocän erhielten.

Ueber den jüngsten Tertiärformationen folgen noch mancherlei neuere Bildungen, welche man früher unter dem Namen des aufgeschwemmten Landes oder der Diluvialbildungen begriff, während in der

*) Die Sonderung der Formationen in primäre, secundäre und tertiäre ist eigentlich zuerst von Arduino versucht worden, welcher im Jahre 1760 die Gebirgsbildungen als *montes primarios*, *secundarios* und *tertiarios*, und ausserdem noch die losen Sedimente der Tiefländer als besondere Bildungen unterschied, welche grossentheils den jetzt so genannten quartären Bildungen entsprechen.

letzten Zeit der Name quaternäre, oder richtiger quartäre Bildungen für sie in Vorschlag gebracht worden ist. Sie beschliessen die grosse Reihe der vorweltlichen Sedimentformationen, und schliessen sich in ihren jüngsten Gliedern an die Bildungen der Gegenwart an.

Desnoyers hatte schon im Jahre 1829 das Wort quaternär in einer etwas anderen Bedeutung, zur Bezeichnung der jetzt miocän und pliocän genannten Tertiärformationen in Vorschlag gebracht, während Reboul (in seiner *Géologie de la période quaternaire*, 1833) dasselbe Prädicat für weit jüngere Bildungen gebrauchte. Es haben sich jedoch nur Wenige dieser Nomenclatur bedient. Wir schliessen uns dem Vorschlage von d'Archiac an, welcher, in Uebereinstimmung mit der alten, von Arduino herrührenden Bezeichnungsweise, alle seit dem Ende der pliocänen bis zum Anfange der gegenwärtigen Periode zum Absatze gelangten Sedimentbildungen, quaternäre nennt, erlauben uns jedoch dafür mit Bronn das jedenfalls richtigere Wort quartär zu gebrauchen.

C. Verhältnisse der eruptiven Formationen.

§. 265. *Begriff derselben; Mangel an organischen Ueberresten.*

Unter eruptiven Gesteinen verstehen wir diejenigen Gesteine, welche durch abyssodynamische Kräfte aus den unbekannten Tiefen der Erde in zähflüssigem (und zwar meistentheils in feurigflüssigem) Zustande hervorgetrieben worden sind. Die Beweise für den zähflüssigen und plastischen Zustand, in welchem sie an die Stelle ihres gegenwärtigen Ablagerungsraumes gelangt sein müssen, finden wir theils in der allgemeinen Form ihrer gangartigen, stockartigen und stromartigen Gebirgsglieder, theils in den so häufigen Apophysen, welche von ihren Gränzen in das Nebengestein auslaufen, theils in denen in ihrer Masse suspendirten Fragmenten des Nebengesteins, worüber im ersten Bande S. 936 f. und S. 964 das Nöthige gesagt worden ist. Als Beweise der gewaltigen Kräfte aber, welche bei ihrer Ablagerung in Wirksamkeit gewesen sein müssen, erkennen wir theils die oft ungeheuere Grösse ihrer Massen, theils diejenigen Erscheinungen, welche Bd. I, S. 958 ff. ausführlich besprochen worden sind. Dass sie jedoch aus dem Innern der Erde stammen müssen, dafür zeugen nicht nur ihre aus den Erdtiefen heraufsteigenden gangartigen Gebirgsglieder, sondern auch der Umstand, dass es schlechterdings unmöglich ist, ihr Material aus irgend anderen, an der Erdoberfläche bereits vorhanden gewesenen Gesteinen zu deriviren. Wollen wir sie also nicht vom Himmel herabgefallen

denken*), oder wollen wir uns nicht zu dem Mysticismus jener geologischen Alchemie bekennen, welche durch geheimnissvolle Umwandlungsprocesse ein und dasselbe eruptive Gestein hier aus Thonschiefer und dort aus Kalkstein entstehen lässt, so bleibt uns gar kein anderer Ausweg übrig, als in die Tiefen der Erde zu steigen, um dort die Heimath dieser Gesteine zu suchen. Dass endlich ihr zähflüssiger Zustand sehr häufig ein Zustand feuriger Flüssigkeit gewesen sei, dafür sprechen, ausser ihrer mineralischen Zusammensetzung, jene verändernden Einwirkungen auf ihr Nebengestein, von welchen im ersten Bande S. 773 bis 795 die Rede gewesen ist.

Man darf freilich bei den meisten dieser eruptiven Bildungen nicht nach einem Vulcan oder Krater, nicht nach Schlacken, Lapilli und dergleichen Dingen fragen, und das Vorhandensein solcher Erscheinungen als eine nothwendige Bedingung für die Anerkennung ihrer eruptiven Natur geltend machen wollen. Unsere jetzigen, in die Atmosphäre weit hinaufreichenden Vulcane sind ganz besondere, und, wie es scheint, nur den neuesten geologischen Perioden angehörige Laboratorien der unterirdischen Thätigkeit, in welchen sich diese unter ganz eigenthümlichen Formen und mit ganz eigenthümlichen Producten offenbart. Dieselbe Thätigkeit scheint aber in früheren geologischen Perioden unter ganz anderen Bedingungen gearbeitet zu haben, und es kann uns daher nicht wundern, wenn die ehemaligen Formen und Producte derselben etwas verschieden von denen sind, welche sich heutzutage vor unseren Augen entfalten.

Spaltenbildung, oder Zerreissung der äusseren Erdkruste, und Massen-Eruption, oder Hervortreibung zähflüssigen Gesteinsmaterials oder auch seiner bereits erstarrten Fragmente aus diesen Spalten: das sind die Ereignisse, welche wir als die beiden wesentlichen Acte der ganzen Erscheinung zu betrachten haben, sie mag einer geologischen Periode angehören, welcher man wolle. Die besondere Gesteinsbeschaffenheit und die besondere Lagerungsform aber, unter welcher sich die hervorgetriebenen Massen darstellen, die werden freilich von mancherlei, theils wesentlichen, theils zufälligen Bedingungen abhängig gewesen sein.

Durch G. Rose ist es z. B. sehr wahrscheinlich gemacht worden, dass ein und dasselbe Material entweder als Hornblende, oder als Augit erstarrt, je nachdem es sehr langsam oder sehr rasch erkaltet; es konnte also die Verschiedenheit der Erkaltung die Entstehung ganz verschiedener Gesteine zur Folge haben. Der verschiedene Druck, unter welchem sich eine erstarrende Masse befand, wird ebenfalls Verschiedenheiten ihrer mineralischen Zusammensetzung und petrographischen Beschaffenheit herbeigeführt haben**). Der Hitzegrad, welchen eine eruptive Masse noch hatte, als sie die Erdoberfläche erreichte, wird den Grad ihrer Flüssigkeit, und somit auch die Art und Weise

*) Welche Ansicht wirklich einige Male im Ernste ausgesprochen worden ist.

**) Auf die Wichtigkeit dieses Umstandes hat noch ganz neuerdings Bunsen aufmerksam gemacht in Poggend. Ann. Bd. 81, S. 562 f.

ihrer Ablagerung bedingt haben. Diese Ablagerung muss aber noch ausserdem von den ganz zufälligen Verhältnissen der Terrainformen abhängig gewesen, vorzüglich aber dadurch wesentlich modificirt worden sein, ob die Ausbreitung der eruptiven Massen auf dem Lande, unter dem blosen Drucke der Atmosphäre, oder auf dem tiefen Meeresgrunde, unter dem Drucke einer vielleicht mehre 1000 Fuss hohen Wasserschicht erfolgte.

Was in den Spalten selbst zur Erstarrung kam, das wird sich uns jetzt in der Form mehr oder weniger mächtiger Gesteins gänge darstellen, welche bald regelmässig, bald sehr unregelmässig gestaltet sein, und nach oben häufig in andere Ablagerungen desselben Gesteins verlaufen können. Hatte die aus der Spalte ausströmende Masse noch einen hohen Grad von Flüssigkeit, so wird sie sich, je nach Maassgabe der vorhandenen Terrainformen, entweder gleichmässig auf der Erdoberfläche ausgebreitet, oder in Vertiefungen, nach Art eines Stromes, fortgewälzt haben. Hatte dagegen die eruptive Masse nur noch einen sehr geringen Grad von Flüssigkeit, so wird sie vielleicht in den engeren Theilen der Spalte gar nicht mehr zum Ausflusse gelangt sein, über den weiteren Theilen derselben aber sich aufgestaut und zu grösseren oder kleineren Kuppen aufgethürmt haben. Da nun noch ausserdem die Ausströmungs-Geschwindigkeit solcher Massen, da die Länge des Weges, den sie innerhalb der oberen Erdkruste zurücklegen mussten, da die Dauer des Ausflusses und so manche andere Umstände auf die schnellere oder langsamere Erkaltung, und somit auf die geringere oder grössere Flüssigkeit von wesentlichem Einflusse gewesen sein werden, so begreift man auch, warum die Lagerungsformen einer und derselben eruptiven Bildung so verschieden ausfallen konnten, und warum man z. B. den Basalt hier in isolirten Kuppen, dort in förmlichen Strömen oder in weit ausgebreiteten Decken, und noch anderswo in langgestreckten Kämmen oder nur gangartig auftreten sieht.

Wenn es sich nun darum handelt, die eruptiven Gesteins-Ablagerungen auf ähnliche Weise in verschiedene Formationen zu sondern, wie solches mit den sedimentären Ablagerungen geschehen ist, so werden dabei zwar im Allgemeinen dieselben Kriterien zu berücksichtigen sein, welche bei der Sonderung und Bestimmung der Sedimentformationen gedient haben; allein es ist einleuchtend, dass das eine dieser Kriterien alle Anwendbarkeit verlieren muss, weil dasjenige Merkmal, auf welches es sich bezieht, in den eruptiven Formationen gänzlich vermisst wird. Es ist diess das von den organischen Ueberresten oder den paläontologischen Eigenschaften entlehnte Kriterium. Soll daher der oben S. 3 aufgestellte Begriff der Formation auch auf eruptive Bildungen angewendet werden, so können dabei nur noch die petrographischen Eigenschaften, die Structurverhältnisse und die Lagerungsfolge in Rücksicht kommen.

Von paläontologischen Eigenschaften kann nämlich deshalb gar nicht die Rede sein, weil das Vorkommen organischer Ueberreste mit dem Wesen der

eruptiven Gesteine durchaus unvereinbar ist. Alle die angeblichen Vorkommnisse von Petrefacten in dergleichen Gesteinen erklären sich entweder daraus, dass ganz zufällig ein organischer Körper von einer eruptiven Masse, bei ihrer Ausbreitung auf der Erdoberfläche, mit aufgerafft oder eingewickelt worden ist, oder sie erledigen sich dadurch, dass solche sedimentäre Gesteine, welche aus feinem Schutte eruptiver Gesteine gebildet und ihnen daher einigermaassen ähnlich sind, für wirkliche eruptive Gesteine gehalten wurden; wie diess z. B. mit den fossilhaltigen Grünsteintuffen von Planzschwitz und anderen Orten des Voigtlandes der Fall war, welche bisweilen für wirkliche Grünsteine erklärt worden sind. Auch mögen wohl bisweilen metamorphosirte fossilhaltige Sedimentgesteine mit eruptiven Gesteinen verwechselt worden sein.

§. 266. *Wichtigkeit der petrographischen Eigenschaften.*

Eine Eigenschaft, durch welche sich die eruptiven Formationen in sehr auffallender Weise von den sedimentären Formationen unterscheiden, ist die grosse Gleichartigkeit ihrer Gesteine. Obgleich sich die Eruption eines und desselben eruptiven Materials in verschiedenen, weit von einander entfernten Gegenden ereignet und in verschiedenen Perioden wiederholt haben kann, so finden wir doch gewöhnlich eine merkwürdige Uebereinstimmung des allgemeinen petrographischen Habitus, ja bisweilen eine an Identität gränzende Gesteinsähnlichkeit in denen nach Zeit und Raum sehr weit aus einander liegenden Ablagerungen einer und derselben eruptiven Bildung.

Bei den eruptiven Bildungen drückt sich daher in der Gesteinsbeschaffenheit die Identität der Formation weit bestimmter aus, als bei den meisten sedimentären Bildungen, uud es muss wirklich unser Erstaunen erregen, wenn wir z. B. sehen, wie der Basalt, eine über den ganzen Erdball zerstreute, und daher an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche hervorgetriebene eruptive Bildung dennoch an allen diesen Puncten eine solche Aehnlichkeit des Gesteins zeigt, dass man nur wenige Basaltstücke gesehen zu haben braucht, um die Formation als solche überall wieder zu erkennen. Dasselbe gilt auch mehr oder weniger von den Graniten, vom Diabas, vom Gabbro, vom Serpentin und von anderen eruptiven Gesteinen, so dass man schon hieraus Zweifel gegen die früher behauptete sedimentäre Natur derselben ableiten könnte.

Durch diese allgemeine petrographische Aehnlichkeit wird denn auch die Gesteinsbeschaffenheit bei den eruptiven Formationen zu einem Merkmale des ersten Ranges erhoben, und zugleich der Beweis geliefert, dass alle Ablagerungen einer und derselben Eruptivformation aus einem und demselben Urquell zu deriviren sind, dass ihr Material in einem und demselben Laboratorio der Natur unter ganz ähnlichen Um-

ständen gebildet worden sein muss, und unmöglich jenen verschiedentlich modificirenden localen Einflüssen unterworfen gewesen sein konnte, welche das Material der, nur an der Erdoberfläche gebildeten Sedimentformationen, in verschiedenen Gegenden ihres Verbreitungsgebietes, nicht selten mit den Eigenschaften ganz verschiedener Gesteine hervorgehen liessen.

Leopold v. Buch sprach sich hierüber schon im Jahre 1810 folgendermaassen aus: Wir kennen Granit aus allen Ländern der Erde, und immer ist es dasselbe Gemenge aus denselben Mineralien. Warum ist es immer dieselbe Auswahl bei so manchfaltiger Verschiedenheit der Mineralspecies? Warum hat die Natur nicht in China Gesteine aus Axinit und Epidot gebildet, in Sachsen aber aus Feldspath, Quarz und Glimmer? Nein, sie hat sich überall nur mit diesen drei Mineralien begnügt. Einerlei Wirkung leiten wir sonst überall von einerlei Ursache her. Warum sollte es uns nicht vergönnt sein, auch die Ursache der Granitbildung allgemein zu glauben. Hieraus folgt aber, dass wir kühn Resultate, die auf beschränkten Räumen, z. B. in Deutschland aufgefunden worden sind, als allgemeine Gesetze der Erdbildung ansehen können. (Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, Bd. IV, 1810, S. 128). Und eben so sprach es noch neuerdings Delesse aus, was schon oft angedeutet worden ist, dass die Gemengtheile für die eruptiven Formationen dieselbe Bedeutung haben, wie die Fossilien für die sedimentären Formationen, und dass ihre mineralische Zusammensetzung das wichtigste Argument bei ihrer Unterscheidung sei. *Mémoire sur la constitution des roches des Vosges, Besançon,* 1847, *p.* 7 und 17.

Diese allgemeine Gleichartigkeit des Gesteins schliesst jedoch keinesweges das Vorkommen einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten aus, wie solche theils durch die verschiedene Grösse des Korns, theils durch Verschiedenheiten der Structur, oder auch durch eine etwas schwankende mineralische Zusammensetzung bedingt sein können. Es werden daher grobkörnige, kleinkörnige, feinkörnige und dichte Varietäten einer und derselben Gesteinsart, es werden Varietäten, in denen bald diese bald jene Gemengtheile vorwalten, in denen bald viele, bald wenige, bald gar keine accessorischen Bestandtheile oder Bestandmassen auftreten, nicht nur mit einander, sondern auch mit Varietäten ganz anderer Gesteinsarten verbunden sein können, welche jedoch mit den ersteren durch wirkliche petrographische Uebergänge verbunden sind; (wie z. B. Granit und Syenit, Granit und Porphyr).

So ist es eine besonders häufig vorkommende Erscheinung, dass ein und dasselbe eruptive Gestein, welches in seinen grösseren Ablagerungen grosskörnig oder grobkörnig ausgebildet ist, in seinen kleineren untergeordneten Gebirgsgliedern, und namentlich in den schmäleren Gängen, sehr feinkörnig bis dicht erscheint; oder dass es gegen die

Contact- und Gränzflächen mit anderen Gesteinen eine immer feinkörnigere, und zuletzt eine fast dichte Beschaffenheit annimmt; was für gewisse eruptive Gesteine so weit gehen kann, dass ihre Gänge bisweilen an den Salbändern von hyalinischer oder glasartiger Gesteinsmasse eingefasst sind. Die mandelsteinartigen Varietäten gewisser eruptiver Gesteine finden sich oft nur in den oberen oder äusseren Theilen ihrer Ablagerungen, gerade so wie die schlackigen Varietäten der Lava nur an der Oberfläche und Unterfläche der Lavaströme vorzukommen pflegen.

Daher ist es überhaupt nicht sowohl die Identität ihres petrographischen Habitus, als vielmehr die Identität ihrer wesentlichen mineralischen Zusammensetzung, was als das gemeinsame Band der verschiedenen Gesteine einer und derselben eruptiven Formation betrachtet werden muss. Indem nämlich diese Identität nur für den wesentlichen mineralischen Bestand gefordert wird, ist sie recht wohl verträglich mit allen den Variationen des Gesteins, wie solche durch die Verschiedenheiten des Kornes und der Structur, durch das Vorwalten bald dieses bald jenes Gemengtheils, durch das Eintreten und allmälige Ueberhandnehmen, oder durch den gänzlichen Mangel accessorischer Bestandtheile herbeigeführt werden können.

Achten wir auf die specifische Zusammensetzung der verschiedenen eruptiven Gesteine so finden wir, dass besonders der Quarz als Bestandtheil derselben eine sehr merkwürdige Rolle spielt, indem er in einigen Gesteinen sehr reichlich, in anderen dagegen gar nicht vorhanden ist, so dass sich verschiedene eruptive Formationen in dieser Hinsicht ganz entgegengesetzt verhalten. Im Granite und Granulite tritt der Quarz in sehr bedeutender Menge auf, während auch die Feldspathe dieser Gesteine vorwaltend dreifach kieselsaure Verbindungen sind; dagegen finden wir in den Trachyten, deren Feldspathe doch eine ganz analoge Zusammensetzung haben, den Quarz nur als grosse Seltenheit. In vielen Porphyren ist der Quarz gleichfalls sehr reichlich vorhanden, während er in anderen fast gänzlich vermisst wird. In den Diabasen, Melaphyren, Doleriten, Basalten und Laven ist Quarz so gut wie gar nicht vorhanden, während zugleich der Feldspath dieser Gesteine grossentheils Labrador, also eine mehr basische kieselsaure Verbindung ist; wogegen in den Dioriten, Amphiboliten und Syeniten der Quarz ziemlich häufig vorkommt. Im Allgemeinen ist es nicht zu läugnen, dass sich in diesem Verhalten der Kieselerde, wie auch oft hervorgehoben worden ist, eine gewisse Beziehung zu dem Alter der Formationen zu erkennen giebt, indem die älteren eruptiven Formationen reicher daran sind, als die neueren, und freie Kieselsäure, oder Quarz, in den neuesten Formationen gar nicht mehr angetroffen wird.

§. 267. *Verschiedene Structur der eruptiven Gesteine.*

Die meisten eruptiven Gesteine erscheinen ohne Parallelstructur und Schichtung; sie können daher als massige Gesteine den sedimen-

tären, als geschichteten Gesteinen, im Allgemeinen mit Recht entgegengesetzt werden (I, 499 und 902). Es würde jedoch ein grosser Irrthum sein, wenn man aus dieser gewöhnlichen Erscheinungsweise der eruptiven Gesteine den Schluss ziehen wollte, dass sie in keinem Falle mit Parallelstructur oder Schichtung versehen sein können, oder wenn man, die Folgerung umkehrend, behaupten wollte, jedes Gestein, welches Parallelstructur oder Schichtung besitzt, müsse deshalb ursprünglich ein sedimentäres Gestein gewesen sein. Lässt sich der erstere Schluss durch Thatsachen widerlegen, so fällt damit auch die zweite Folgerung über den Haufen, und da diese letztere in neuerer Zeit über alle Gebühr gemissbraucht worden ist, um gewisse theoretische Ansichten über die Bildung mancher kryptogener Gesteine zu unterstützen, so glauben wir einige Thatsachen in Erinnerung bringen zu müssen, welche das zuweilige Vorkommen von Parallelstructur und Schichtung bei eruptiven Gesteinen ausser allen Zweifel stellen.

Es ist zuvörderst unbestreitbar, dass manche eruptive Gesteine stellenweise eine eben so vollkommene Parallelstructur entwickeln, wie solche gewöhnlich nur bei sedimentären Gesteinen angetroffen wird*).

Dass der Phonolith wirklich ein eruptives Gestein sei, diess dürfte wohl nur von wenigen Geologen bezweifelt werden; desungeachtet lässt er in seinen plattenförmig abgesonderten Varietäten gewöhnlich eine recht deutliche Parallelstructur erkennen, indem die eingewachsenen dünn tafelartigen Feldspathkrystalle parallel gelagert sind, und das Gestein oft wie ein Schiefer gespalten werden kann (I, 639).

Die zugleich eruptive und pyrogene Natur des Trachytes ist so vollkommen erwiesen, dass sie von Niemand in Abrede gestellt werden kann; dennoch aber giebt es nicht nur flaserige, sondern sogar schieferige Varietäten, von welchen die ersteren an Gneiss, die letzteren an Glimmerschiefer erinnern (I, 634 und 635). Aehnliche Erscheinungen kommen bei gewissen Trachytporphyren (I, 632), bei verschiedenen Varietäten des Perlites (I, 626), bei manchen Felsitporphyren (I, 616) vor, welchen Gesteinen wenigstens eine eruptive Bildung nicht abgesprochen werden kann, wenn man vielleicht auch geneigt sein sollte, ihre pyrogene Entstehung zu bezweifeln.

*) Es handelt sich hier nicht um die lineare Parallelstructur oder Streckung, sondern um die plane Parallelstructur oder Plattung (I, 465 f.); die erstere ist eine bei gewissen eruptiven Gesteinen sehr häufig vorkommende Erscheinung. Vergl. auch über diese Verhältnisse meinen Aufsatz im Neuen Jahrbuch der Mineralogie, 1847, S. 297 ff.

Dass der Granit gar nicht selten in Gneiss übergeht, indem sich eine mehr oder weniger ausgezeichnete Parallelstructur einstellt, diess ist eine so vielfach beobachtete Thatsache, dass jeder Zweifel daran nur auf vorgefassten Meinungen beruhen kann, und dass es kaum der Mühe werth erscheint, Beispiele anzuführen.

Doch mögen ein paar Fälle erwähnt werden, um daran zu erinnern, dass dieser Uebergang besonders häufig gegen die Gränz- und Contactflächen des Granites mit anderen Gesteinen (also gegen die Druck- und Widerstandsflächen) vorkommt. — Der ganz ausgezeichnete Granit, welcher in Sachsen, östlich von Rochlitz, bei Neu-Taubenheim auftritt, wird an seiner nordwestlichen Gränze gegen den Glimmerschiefer ein eben so ausgezeichneter Gneiss; man kann Schritt für Schritt die allmälige Entwickelung der Parallelstructur verfolgen, wie solche durch das gleichzeitige Ueberhandnehmen und die immer vollkommnere parallele Ablagerung der Glimmerschuppen bedingt wird. Der Centralgranit oder Protogin der Alpen geht an seinen Gränzen ganz allmälig in Gneiss, und dieser eben so allmälig in schieferige Gesteine über; (*Delesse, Mém. sur la Protogine des Alpes*, im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, t. VI, p.* 230 f. und *Fournet* in seinem *Mém. sur la Géol. des Alpes entre le Valais et l'Oisans, p.* 72 f.). Nach Ramond und Charpentier verhalten sich die colossalen Granitstöcke der Pyrenäen ganz auf ähnliche Weise; in der Mitte bestehen sie aus ächtem Granit, nach ihren Gränzen aus gneissartigen Gesteinen. Credner beschreibt einige langgestreckte Granitstöcke aus dem Thonschiefer des Schwarzathales am Thüringer Walde, welche in der Mitte aus charakteristischem Granit bestehen, an ihrer hangenden Gränze in dick- und dünnflaserige gneissartige Gesteine übergehen, an ihrer liegenden Gränze aber am Thonschiefer als vollkommener Granit unter solchen Verhältnissen abschneiden, dass ihre eruptive Bildungsweise gar nicht bezweifelt werden kann. (Neues Jahrbuch für Min. 1849, S. 11 f.) Der Syenit der Malvernhills in England zeigt nach Philipps sehr häufig eine gebänderte Structur, begründet im abwechselnden Vorwalten des Feldspathes und der Hornblende, also eine Structur, wie sie am Gneisse Scandinaviens vielfach bekannt ist. (*Memoirs of the Geol. Survey of Great Britain, vol. II, part* 1, 1848, *p.* 45.) Phillips bemerkt hierbei: *The laminae and banded structures may be regarded as indications of crystallization under restraint; such restraint having reference to particular planes in consequence of the pressure of preconsolidated parts adjacent.* Interessant sind auch die Dioritgänge, welche v. Blöde von Porogi und andern Orten in Podolien beschreibt; sie sind 5 bis 10 F. mächtig, bestehen in der Mitte aus körnigem Diorit oder auch Amphibolit, an ihren Salbändern aber bis auf 2 F. Abstand aus glimmerreichem Hornblendschiefer, dessen Schieferung den Gangflächen parallel ist. Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 508.

Was aber die bei eruptiven Gesteinen zuweilen vorkommende Schichtung betrifft, so erinnern wir nur an die Lavabänke der Somma und des Val del Bove, an das vollkommen geschichtete Trappgebirge der Insel Island (I, 942), an die Schichtung der Ungarischen Perlite (I, 627),

und an die ausgezeichnet geschichtete Architektur des Alpinischen Gneissgranites, um jeden Zweifel an der Möglichkeit solcher Vorkommnisse niederzuschlagen.

Wenn also das zuweilige Vorkommen von Parallelstructur und Schichtung bei eruptiven Gesteinen gar nicht abzuläugnen ist, so folgt daraus rückwärts, dass die kryptogenen Gesteine, blos dieser beiden Eigenschaften wegen, durchaus nicht als weiland schlammartige Sedimente zu betrachten sind, welche durch einen inneren Umbildungsprocess eine vollständige materielle Umwandlung erlitten, ohne dass doch die formellen Verhältnisse der Structur einer Veränderung unterlagen.

Bei dem Allen ist jedoch nicht zu läugnen, dass eine völlig richtungslose Structur und eine ungeschichtete Architektur als die bei weitem häufigeren Verhältnisse der eruptiven Gesteine zu betrachten sind, während zugleich alle die durch plattenförmige, säulenförmige, kugelige und unregelmässig polyëdrische Absonderung bedingten Structuren bei ihnen zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören (I, 945 f.), und namentlich die säulenförmige Absonderung für sie fast charakteristisch genannt werden kann.

§. 268. *Lagerungsfolge der eruptiven Gesteine.*

Für die Beurtheilung der Lagerungsfolge und der aus ihr zu erschliessenden chronologischen Reihenfolge der eruptiven Gesteine gelten ganz besonders die in §. 255 (S. 14 f. dieses Bandes) aufgestellten Kriterien, welche, bei dem Mangel aller organischen Ueberreste, eine solche Wichtigkeit erlangen, dass wir in Betreff ihrer noch einige Erläuterungen hinzufügen müssen.

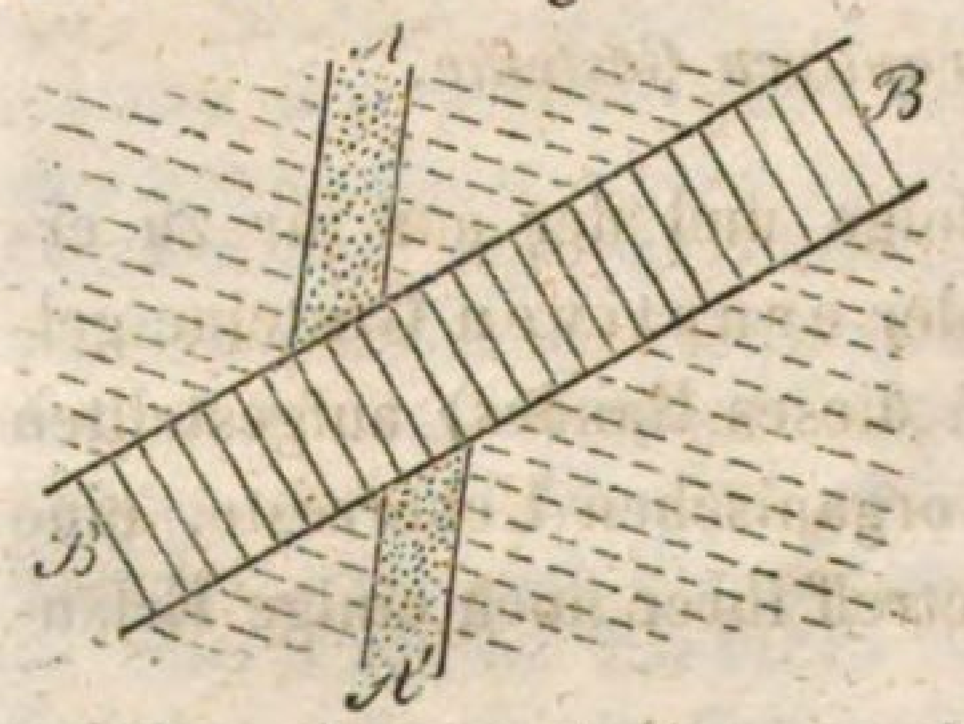
1) Dass eine in grosser horizontaler Verbreitung irgend anderen Gebirgsgliedern aufgelagerte, also in der Form einer Decke, eines Plateaus, eines Stromes oder einer aufgesetzten Kuppe vorliegende eruptive Gesteinsablagerung wirklich jünger sein müsse, als ihre Unterlage, diess ist so einleuchtend, dass es gar keiner weiteren Erläuterung bedarf.

2) Wenn aber eine eruptive Gesteinsablagerung von der so eben erwähnten Lagerungsform über geschichteten Gebirgsgliedern dergestalt ausgebreitet ist, dass die Schichten der letzteren von der Auflagerungsfläche unter bedeutenden Winkeln durchschnitten werden, so liegt in der Regel hinreichender Grund zu der Vermuthung vor, dass ein bedeutender Zeitraum zwischen der Bildungsperiode dieser geschichteten Gebirgsglieder und der

Eruptionsepoche des eruptiven Gesteines verflossen sei. Denn die Schichten der ersteren mussten ja nicht nur vorher gebildet und consolidirt, sondern auch nach ihrer Bildung und Verfestung aufgerichtet, und die Oberfläche des aufgerichteten Schichtensystemes musste mehr oder weniger abgetragen und planirt worden sein, ehe sich die eruptive Gesteinsablagerung auf ihr ausbreiten konnte.

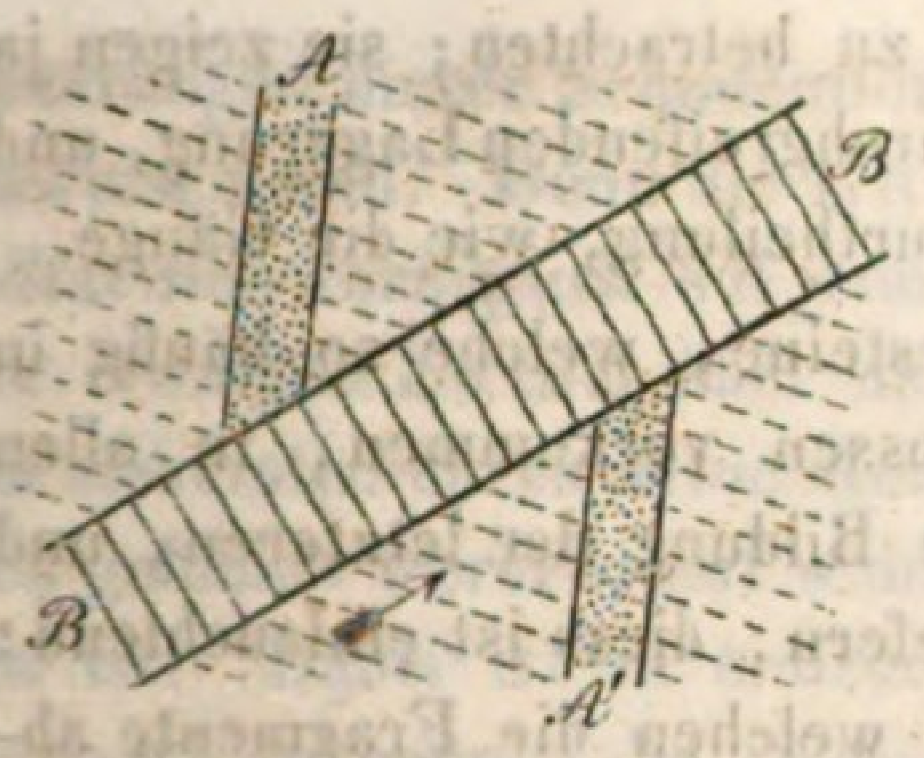
3) Dass jedes eruptive Gestein von durchgreifender Lagerung, dass also jeder Gang und jeder Gangstock eines eruptiven Gesteins jünger sein müsse, als das Nebengestein, welches von ihm durchsetzt wird, bedarf im Allgemeinen ebenfalls keines Beweises. Wohl aber dürfte hier der Ort sein, aufmerksam darauf zu machen, dass dieses Kriterium auch für die Gänge verschiedener eruptiven Gesteine Giltigkeit hat, dass also von zwei Gängen, von welchen der eine den anderen durchsetzt, der durchsetzende ebenfalls jünger ist, als der durchsetzte.

Diese Erscheinung wird häufig in solchen Gegenden angetroffen, wo Gänge verschiedener eruptiven Bildungen zugleich vorkommen. Es stelle z. B. die beistehende Figur den Grundriss eines Thonschieferfeldes vor, in welchem



zwei regelmässig gestaltete, und folglich als Parallelmassen erscheinende verticale Gänge *A* und *B* aufsetzen, von denen der erstere aus Granit, der andere aus säulenförmig abgesondertem Grünstein besteht. Wenn nun der Grünsteingang den Granitgang durchschneidet, so befindet er sich zu ihm wirklich im Verhältnisse der durchgreifenden Lagerung, gerade so, wie diess mit beiden Gängen in Bezug auf den Thonschiefer der Fall ist. Wie wir also aus diesem letzteren gemeinschaftlichen Verhältnisse beider Gänge schliessen, dass sowohl der Grünstein als auch der Granit jünger sein müssen, als der Thonschiefer, so schliessen wir aus dem Verhältnisse des einen Ganges zu dem anderen, dass der Grünstein später gebildet wurde, als der Granit. Wir haben angenommen, dass beide Gangspalten vertical seien, und dass für den Grünsteingang nur eine einfache Spaltenbildung ohne Verwerfung Statt gefunden habe; daher kann auch der eine Flügel *A'* des Granitganges nicht mehr genau in die Verlängerung des anderen Flügels *A* fallen, weil ja beide Flügel um die ganze Breite des Grünsteinganges aus einander gewichen sind.

Hätte bei der Spaltenbildung des Grünsteinganges zugleich eine Dislocation des einen Gebirgstheils gegen den andern (z. B. eine horizontale Verschiebung in der Richtung des Pfeiles in nachstehender Figur) Statt gefunden, so würden die beiden Flügel des Granitganges zugleich gegen einander verschoben oder verworfen worden sein. In solchem Falle sagt man, der jüngere Gang habe den älteren verworfen, und nennt ihn wohl auch den



Verwerfer desselben. Dass aber dergleichen Erscheinungen bei Gängen von der verschiedensten Lage vorkommen können, bedarf kaum der Erwähnung; nur der leichteren Vorstellung wegen haben wir eine verticale Lage derselben vorausgesetzt. Zugleich mag daran erinnert werden, dass die Sache, so wie sie in der ersten Figur erscheint, nur als eine einfache, und nicht als eine mit Verwerfung verbundene Durchsetzung zu beurtheilen ist; es müsste denn eine Verwerfung in verticaler Richtung Statt gefunden haben, was freilich unter den angenommenen Voraussetzungen aus einem Grundrisse nicht zu ersehen sein würde *).

4) Es wurde schon oben (I, 913) erwähnt, dass die untergreifende Lagerung wohl eigentlich nur bei eruptiven Gesteinen vorkommt, obwohl ihr sehr ähnliche Erscheinungen zur Ausbildung gelangen konnten, wenn stockförmige Ablagerungen eines Gesteins, in Folge metamorphischer Einwirkungen, eine sehr starke Volumvergrösserung erfahren haben; wie z. B. wenn Anhydritstöcke durch allmälige Umwandlung in Gypsstöcke übergingen, indem dann die aufliegenden Schichten gleichfalls gesprengt, verschoben und aufwärts gedrängt, und selbst von Adern des umgewandelten Gesteins durchzogen werden konnten. Dass aber (mit Ausnahme solcher, doch nur ähnlicher Fälle) diejenigen Erscheinungen, welche bei der wirklichen untergreifenden Lagerung Statt finden, dass insbesondere der aufwärts ramificirende Gesteinsverband und die nicht selten vorkommenden Fragmente des überliegenden Gesteins in dem unterliegenden Gesteine für eine spätere Ablagerung dieses letzteren zeugen, diess kann wohl nicht bezweifelt werden.

5) Die Apophysen, also die Keile, Trümer und Adern, welche von den eruptiven Gesteinsablagerungen so häufig in das Nebengestein auslaufen, und nicht selten die Dimensionen von Gängen und Stöcken erreichen, sind jedenfalls als Beweise einer jüngeren

*) Der wesentliche Umstand, durch welchen sich eine einfache oder ungestörte Durchsetzung zu erkennen giebt, ist nämlich der, dass die beiden Querschnitte des durchsetzten Ganges in allen ihren einzelnen Theilen einander genau gegenüber liegen; dass also die von irgend einem Puncte des einen Querschnittes rechtwinkelig durch den Verwerfer gezogene Linie den correlaten Punct des zweiten Querschnittes trifft. Ist diess nicht der Fall, so hat eine Verwerfung Statt gefunden.

Entstehung des eruptiven Gesteins zu betrachten; sie zeigen ja im Kleinen alle Eigenschaften der durchgreifenden Lagerung, und unterliegen daher ganz derselben Beurtheilung, wie die Gänge.

6) Dass die Fragmente anderer Gesteine, welche so häufig in eruptiven Gesteinsmassen eingeschlossen vorkommen, in allen Fällen einen Beweis für die neuere Bildung der letzteren, und für das höhere Alter der ersteren liefern, diess ist einleuchtend; denn diejenigen Gebirgsglieder, von welchen die Fragmente abstammen, mussten ja schon als fertige, feste und starre Gesteinsmassen vorhanden sein, ehe Stücke von ihnen abgesprengt und in dem Materiale des eruptiven Gesteines eingeschlossen werden konnten.

Hierbei dürfen wir es jedoch nicht ausser Acht lassen, dass in den eruptiven Gesteinen bisweilen Concretionen zur Ausbildung gelangt sind, welche nach ihrer Gestalt eine trügerische Aehnlichkeit mit Fragmenten oder Geschieben besitzen können, und dass man daher nicht zu voreilig das Dasein solcher Einschlüsse behaupten darf, ohne sich von der klastischen Natur derselben überzeugt zu haben (I, 456).

7) Was endlich die durch das Hervorbrechen eruptiver Gesteinsmassen verursachten Störungen in der Structur und der Lagerung betrifft, welche sich als eine Zerbrechung und Zermalmung des Nebengesteins, als eine Stauchung, Knickung und Windung seiner einzelnen Schichten, als Aufrichtungen, Verwerfungen und Faltungen ganzer mächtiger Schichtensysteme zu erkennen geben, so dürfte es wohl nur von Wenigen bezweifelt werden, dass solche, eben so wie die bisweilen höchst auffallenden und weit hinausreichenden Metamorphosen des Nebengesteins, als vollgiltige Beweise der späteren Ablagerung und neueren Entstehung der betreffenden eruptiven Gesteine zu betrachten sind.

Es stehen uns daher mancherlei Kriterien zu Gebote, um das relative Alter einer eruptiven Bildung, oder um die Eruptionsepoche derselben in Bezug auf gewisse primitive, sedimentäre oder auch andere eruptive Bildungen zu bestimmen. Weil uns aber bei den Sedimentformationen in ihren organischen Ueberresten ein höchst wichtiges Merkmal für die Altersbestimmung zu Hilfe kommt, so wird bei einer jeden eruptiven Bildung unser Streben vorzüglich darauf gerichtet sein müssen, ihre Verhältnisse zu den angränzenden Sedimentformationen zu ermitteln, und daher wo möglich solche Stellen aufzufinden, wo entschieden Ueberlagerungen, gangartige Durchsetzungen, Durchtrümerungen, Störungen der Structur und Lagerung, oder metamorphische Ver-

änderungen dieser Sedimentformationen durch die eruptive Bildung nachzuweisen sind. Denn die Chronologie der eruptiven Formationen stützt sich vorzüglich auf jene der sedimentären Formationen, und die etwaigen Zweifel über die Stellung eines eruptiven Gesteins werden am sichersten durch seine Relationen zn denjenigen sedimentären Gesteinen gehoben werden, mit welchen dasselbe in Contact und Conflict getreten ist. Dabei ist es einleuchtend, dass es in jedem Falle vorzüglich darauf ankommt, die jüngste unter allen denjenigen Formationen ausfindig zu machen, welche überhaupt von einer gegebenen eruptiven Bildung bedeckt, oder gangartig durchsetzt werden, oder auf irgend eine andere Weise mit ihr in Conflict gerathen sind.

§. 269. *Repetition gleichartiger eruptiver Formationen; Uebersicht derselben.*

Wenn wir nun, unter gewissenhafter Benutzung der so eben aufgestellten Kriterien, die verschiedenen in und auf der uns bekannten Erdkruste abgelagerten eruptiven Gesteinsmassen einer genauen Prüfung unterwerfen, so gelangen wir auf das Resultat, dass mitunter ganz ähnliche und daher gleichnamige Gesteine in sehr verschiedenen Zeiten zur Eruption und Ablagerung gelangt sind. Es ist diess ein sehr beachtenswerthes Resultat, von welchem es scheinen könnte, dass solches die Anwendung des Formationsbegriffes auf die eruptiven Bildungen erschweren müsse. Indessen lehrt eine nähere Betrachtung, dass diess keinesweges der Fall ist, und dass ein ganz ähnliches Verhältniss auch im Gebiete der Sedimentformationen vorkommt.

Verschiedene Sedimentformationen können bisweilen ganz ähnliche und petrographisch gar nicht unterscheidbare Gesteine enthalten, obgleich solche durch ihre bathrologischen und paläontologischen Eigenschaften als wirklich verschiedene, und der Zeit nach vielleicht sehr weit aus einander liegende Bildungen erkannt werden. Wie also nicht selten einander bis zur Verwechslung ähnliche Sandsteine, Kalksteine, Schieferthone u. s. w., ihren anderweiten Verhältnissen zufolge, auf ganz verschiedene Sedimentformationen zu beziehen sind, so werden auch zuweilen einander ganz ähnliche Granite, Porphyre, Grünsteine, Serpentine u. s. w. auf verschiedene Eruptivformationen bezogen werden müssen, sobald es die Kriterien erfordern, auf welchen überhaupt eine Unterscheidung dieser Formationen beruht. Diese Repetition ähnlicher Gesteine wird nur deshalb etwas auffallender für die eruptiven, als für die sedimentären Formationen, weil man, ihrer ganzen Natur und Bildungs-

weise nach, daran gewöhnt ist, bei den letzteren auf die Gesteinsbeschaffenheit überhaupt ein geringes Gewicht zu legen, wogegen bei den eruptiven Formationen der allgemeine petrographische Charakter ein Merkmal des ersten Ranges bildet.

Obgleich aber auch bei den Sedimentformationen dieselbe Repetition vorkommt, so haben doch die organischen Ueberreste jeder sedimentären Formation einen chronologischen Stempel aufgedrückt, an welchem wir die Bildungsperiode derselben zu erkennen vermögen, wenn auch ihre Gesteine den Gesteinen einer anderen Formation bis zur Verwechslung gleichen sollten. Da nun dieser chronologische Stempel den eruptiven Formationen abgeht, so finden wir uns freilich bei ihnen von einem sehr wichtigen Merkmale der Altersbestimmung verlassen, wodurch, in Ermangelung anderer Kriterien, bei grosser Gesteinsähnlichkeit Unsicherheiten herbeigeführt werden können.

Uebrigens folgt aus dieser Thatsache, dass die Bedingungen zur Eruption einer und derselben Gesteinsart nicht nur innerhalb längerer Zeiträume fortgedauert, sondern sich auch innerhalb ganz verschiedener Zeiträume wiederholt haben können. Wie weit oder wie eng hiernach der Umfang einer eruptiven Formation abgesteckt werden soll, das wird allerdings von anderen Verhältnissen abhängig zu machen sein. Wenn wir z. B. in einer basaltischen Region den einen Basalt gangförmig durch andere Basaltmassen hindurchsetzen sehen, so werden wir zwar beide als etwas älteren und jüngeren Basalt unterscheiden, ohne sie doch deshalb als wesentlich verschiedene Formationen zu trennen; sie können nur, etwa so wie verschiedene Lavaströme eines und desselben Vulcanes, auf verschiedene, successiv zur Ausbildung gelangte Formationsglieder bezogen werden.

Was nun endlich die überhaupt zur Unterscheidung zu bringenden eruptiven Formationen betrifft, so möchten als die wichtigsten derselben etwa folgende aufzuführen sein:

A) Plutonische Formationen; solche eruptive Formationen, welche ohne die Mitwirkung eigentlicher Vulcane gebildet worden sind.

1) die Granulitformation; Granulit mit seinen Dependenzen.
2) die Granitformationen; Granite jeden Alters.
3) die Grünsteinformationen; Diorite, Diabase, Augitporphyre, nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.
4) die Ophiolithformation; Serpentine, Gabbro und Hypersthenit.
5) die Porphyrformationen; quarzfreie und quarzführende Felsitporphyre, nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.

6) die Melaphyrformation; Melaphyre nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.

B) Vulcanische Formationen; solche eruptive Formationen, welche in allen oder doch wenigstens in einigen Fällen unter der Mitwirkung wirklicher Vulcane gebildet worden sind:

7) die Trachytformation; Trachyte, Trachytporphyre, Phonolithe u. s. w

8) die Basaltformation; Dolerite, Anamesite, Basalte u. s. w.

9) die Lavaformation; die Bildungen der neueren Vulcane.

In den letzteren drei Formationen spielen die aus ihren Gesteinen gebildeten Breccien, Conglomerate und Tuffe gleichfalls eine wichtige Rolle.

D. Verhältnisse der kryptogenen Formationen.

§. 270. *Eigenthümlichkeit der kryptogenen Gesteine.*

Die primitiven Formationen stellen eine in vieler Hinsicht so räthselhafte Erscheinung dar, dass es wohl noch mancher Forschungen bedürfen wird, bevor wir zu einer richtigen Einsicht ihres Wesens gelangen können. Während die vorwaltenden Gesteine derselben (wie z. B. Gneiss und Glimmerschiefer) ihrem mineralischen Bestande nach mit jenen ältesten eruptiven Gesteinen übereinstimmen, deren Wesen uns insofern selbst räthselhaft erscheinen muss, wiefern sie sich zwar unzweifelhaft als eruptive, aber doch nur hypothetisch als pyrogene Bildungen zu erkennen geben, so finden wir dagegen andere Gesteine (wie z. B. die Thonschiefer und Quarzite) welche dermaassen an sedimentäre Bildungen erinnern, und so begegnen wir in der Structur und der Schichtung aller dieser Gesteine solchen Analogieen mit den Verhältnissen der Sedimentgesteine, dass wir uns nicht wundern können, wenn man sich mittels der flexiblen Theorie des Metamorphismus*) aus dem Dilemma herauszuhelfen suchte, in welches man durch so widerstreitende Erscheinungen hineingedrängt wurde.

Wie aber eigentlich dieser Metamorphismus vorzustellen, und welche Ursache dabei in Wirksamkeit gewesen sei, darüber sind

*) *La flexible théorie du métamorphisme*, wie sie Elie de Beaumont, oder *la théorie complaisante*, wie sie Rivière sehr richtig bezeichnete, da sie sich in der That sehr gefügig und gefällig erweist, wo es darauf ankommt, für unerklärliche Dinge eine scheinbare Erklärung zu geben.

freilich die Meinungen getheilt. Die meisten Geologen setzen die Einwirkung hoher Temperaturen, zum Theil auch gasiger oder dampfförmiger Exhalationen aus dem Erdinnern voraus, und wir haben im ersten Bande S. 754 diejenige Ansicht erwähnt, welche von diesem Gesichtspuncte aus die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte. Andere Geologen nehmen hydrochemische, und noch andere ganz eigenthümliche, aber noch unerklärliche Umwandlungsprocesse an. Da nun aber ähnliche Gesteinsablagerungen, wie sie die primitiven Formationen zusammensetzen, zuweilen über sedimentären Formationen angetroffen werden, ohne dass ein Uebergang aus diesen in jene nachzuweisen ist, so erwachsen hieraus gegen jede Theorie des Metamorphismus so unüberwindliche Schwierigkeiten, dass es vor der Hand den Grundsätzen der wahren Naturforschung am meisten entsprechen dürfte, in dem Complexe dieser kryptogenen Gesteine ein Problem anzuerkennen, dessen Lösung von der Zukunft zu erwarten ist, wenn Geognosie und Chemie gemeinschaftlich das Ihrige dazu beigetragen haben werden, uns über die Bildungsweise derselben aufzuklären.

Warum sollen es durchaus metamorphische Bildungen sein, welche uns in diesen Gesteinen vorliegen, und warum soll es der Natur nicht möglich gewesen sein, sie gleich ursprünglich so hervorzubringen, wie sie uns gegenwärtig erscheinen? — Wenn die Gneissbildung von Münchberg in Oberfranken unmittelbar da, wo sie an ihrem nördlichen Rande dem Grauwackenschiefer flach aufliegt, sogleich mit zollgrossen Feldspathknoten beginnt, und einen krystallinischeren Habitus entfaltet, als diess oft weiter aufwärts der Fall ist, wer möchte da den Gedanken an eine von oben nach unten, oder von unten nach oben fortgeschrittene Metamorphose gerechtfertigt finden! Man mag thermische oder hydrochemische Einwirkungen voraussetzen, immer bleibt der so auffallende und plötzlich eintretende Contrast zwischen dem entschieden sedimentären Schiefer, und dem krystallinisch-grobkörnigen Silicatgesteine eine völlig unerklärliche Erscheinung, weil es bei einem langsam wirkenden und stetig fortschreitenden Umwandlungsprocesse ganz undenkbar ist, dass das aufliegende Gestein das Extrem der Metamorphose erlitten habe, während das unmittelbar darunter liegende Gestein von ihr gänzlich verschont blieb. — Und wann soll denn die Umwandlung der eigentlichen primitiven Gesteine Statt gefunden haben? In dieser Hinsicht bemerkt Cotta sehr richtig, wie die Geschiebe von Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer u. s. w., welche sich in den ältesten Conglomeraten der Uebergangsformation oder Steinkohlenformation vorfinden, einen schlagenden Beweis liefern, dass sich jene Gesteine schon vor der Bildung dieser ältesten Sedimentformationen in demselben Zustande befanden, wie heutzutage (Grundriss der Geognosie, S. 162); woraus denn auch folgt, dass sie ihre gegenwärtige Beschaffenheit schon besassen, noch ehe sie von Sedimentablagerungen so mächtig überdeckt wurden, dass dadurch ein bedeutendes Heraufrücken der höheren Erdtemperatur verursacht werden konnte.

§. 271. *Primitive und neuere kryptogene Formationen.*

Indem wir also die kryptogenen Gesteine gleich anfangs wesentlich mit denselben Eigenschaften gebildet denken, mit welchen sie gegenwärtig vor uns erscheinen, entsteht uns für sie die Frage, ob und wie wir in ihrem Gebiete verschiedene Formationen zu unterscheiden haben werden.

Schon oben (S. 8 und 50) wurde es hervorgehoben, dass die primitiven Formationen fast aus lauter kryptogenen Gesteinen bestehen, indem nur ein Theil der Urschieferformation schon einen entschiedenen sedimentären Charakter an sich trägt. Alle diese Gesteine sind nun in der Regel mit einer mehr oder weniger ausgezeichneten Parallelstructur und Schichtung versehen; sie treten bald einzeln in grosser Einförmigkeit, bald aber mehrfach in so vielfältiger Abwechslung auf, wie man es bei sedimentären Gesteinen niemals zu beobachten pflegt, und erweisen sich als die tiefsten, als die wahrhaft fundamentalen oder themelischen Bildungen der Erdkruste, so weit solche unserer Beobachtung überhaupt zugänglich ist. Ihre Bildung muss nothwendig vor der aller übrigen uns bekannten Formationen Statt gefunden haben, für welche sie den eigentlichen Grund und Boden lieferten, welcher nur hier und da von eruptiven Granitmassen mit untergreifender Lagerung unterteuft wird. Dieses ihr allgemeines Lagerungsverhältniss wird durch die Namen fundamentale oder Grund-Formationen, ihre zeitliche Priorität aber durch die Namen primitive oder Ur-Formationen sehr richtig ausgedrückt.

Hiermit soll jedoch keinesweges behauptet werden, dass sie als die ursprüngliche und oberste Erstarrungskruste unsers Planeten vorzustellen sind, von welcher es überhaupt bezweifelt worden ist, ob sie irgendwo an der Erdoberfläche sichtbar zu Tage austritt. Auf welche Weise die Urformation eigentlich entstanden sei, diese Frage lassen wir einstweilen auf sich beruhen, weil sie bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse noch einen transscendenten Charakter hat. Sie hängt wesentlich zusammen mit der Frage nach der Entstehungsweise der ganz ähnlichen neueren kryptogenen Bildungen, welche nicht unter, sondern über sedimentären, und zwar über fast unveränderten sedimentären Schichten abgelagert, weder durch geothermische, noch durch hydrochemische Einwirkungen als sogenannte metamorphische Gebilde zu erklären sein dürften.

Was nun die Eintheilung der primitiven Formationen betrifft, so lassen sich vor der Hand nur zwei Formationen unterscheiden, nämlich die Urgneissformation und die Urschieferformation, von welchen jene, als die untere und ältere besonders durch Gneiss, diese, als die obere und jüngere, besonders durch Glimmerschiefer und Thonschiefer

als vorherrschende Gesteine charakterisirt wird. Die erstere gestattet keine weiteren Abtheilungen; die letztere aber zerfällt in zwei grosse Formationsglieder, welche nach ihren vorwaltenden Gesteinen meist als Glimmerschieferbildung und Thonschieferbildung unterschieden werden können.

Es giebt aber auch, wie bereits erwähnt wurde, mächtige und weit ausgedehnte Ablagerungen von kryptogenen Gesteinen, welche durch ihre Lagerungsverhältnisse ganz entschieden als neuere Bildungen charakterisirt sind, obgleich sie in ihren übrigen Verhältnissen den primitiven Formationen so ähnlich erscheinen, dass man sie gewissermaassen als eine Repetition derselben betrachten möchte, wie man sie denn auch gewiss unter ganz ähnlichen Bedingungen und auf ähnliche Weise entstanden denken muss. Dergleichen Bildungen wollen wir unter den Namen der neueren Gneiss- und Schieferformationen einführen.

E. Reihenfolge für die Betrachtung der Formationen.

§. 272. *Vorzüglichkeit der aufsteigenden oder progressiven Reihenfolge.*

Bevor wir zur Darstellung der einzelnen Formationen verschreiten können, haben wir uns noch die Frage zu beantworten, in welcher Aufeinanderfolge dieselben betrachtet werden sollen. Für die primitiven und sedimentären Formationen, in welchen sich die Perioden der Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste am bestimmtesten ausgedrückt zeigen, ist es unstreitig die zweckmässigste Methode, dieselbe Reihenfolge beizubehalten, welche in ihrer Lagerungsfolge hervortritt. Nun könnte man zwar darüber zweifelhaft sein, ob diese Reihenfolge in progressiver oder in regressiver, in aufsteigender oder in absteigender Ordnung zu Grunde gelegt werden solle, weil in vielen neueren Lehrbüchern der Geognosie die absteigende oder regressive Ordnung befolgt worden ist. Allein, was auch zu Gunsten dieser Darstellungsweise gesagt worden sein mag, sie ist und bleibt eine unnatürliche Ordnung, in welcher die zeitliche Aufeinanderfolge der Erscheinungen geradezu verkehrt, und die nothwendige Abhängigkeit aller späteren von allen früheren Bildungen gänzlich vernachlässigt wird.

Will man die Chthonographie oder die Geognosie der Erdkruste nur als eine blose Beschreibung desjenigen Gebäudes gelten lassen, welches uns in dieser Erdkruste vorliegt, so muss sie naturgemässerweise mit dem Fundamente, und nicht mit dem Dache des Gebäudes beginnen; soll

sie uns aber zugleich eine Entwickelungsgeschichte dieses Gebäudes geben, so muss sie mit den ältesten Bildungen den Anfang machen, und allmälig zu den neueren und neueren Bildungen fortschreiten. Nun folgt doch schon aus dem Begriffe der Formation, dass die Geognosie auch dieser zweiten Anforderung zu entsprechen habe; Geschichte lässt sich aber nicht in regressiver Ordnung vortragen; sie muss dem Gange der Zeit folgen, und kann die Reihe der Begebenheiten nur vorwärts, nicht rückwärts durchlaufen*). Welche von beiden Aufgaben man also auch im Sinne haben mag, so viel steht fest, dass die Geognosie nur dann naturgemäss verfahren wird, wenn sie die Formationen so weit als möglich in aufsteigender Ordnung betrachtet. Eine rückläufige Betrachtung kann nimmer naturgemäss sein, weil sie der wirklichen Entwickelung der Natur schnurstraks entgegen läuft, und uns mit jeder einzelnen Formation bekannt macht, ehe wir ihre Unterlagen kennen gelernt haben, von welchen doch viele ihrer wichtigsten Verhältnisse abhängig sein werden.

Werner sprach sich freilich in seiner im Jahre 1791 erschienenen Theorie der Gänge scheinbar im entgegengesetzten Sinne aus, indem er S. 123 die Regel aufstellte: „Was aber das Studium der Gebirgsformationen insonderheit betrifft, so muss man mit den neuesten Gebirgen, also den aufgeschwemmten Gebirgen anfangen, und dann zu den älteren und älteren, folglich von den aufgeschwemmten Gebirgen zu den neuesten Flötzgebirgen, und von diesen weiter zu den älteren Flötzgebirgen bis zu den Urgebirgen, und hier wiederum von den neuesten Urgebirgen bis zu den ältesten nach und nach fortgehen." In seinen Vorträgen über Geognosie hat er jedoch, so viel uns bekannt, stets die entgegengesetzte Ordnung befolgt. Auch bezog er wohl diese Regel mehr auf das Studium der Bildungsweise der Formationen, als auf die wissenschaftliche Darstellung derselben, und insofern ist sie ganz richtig, weil wir durch das Studium der neuesten, noch jetzt vor unseren Augen erfolgenden Bildungen auf den richtigen Weg zur Erklärung der Bildungsweise der älteren Formationen geleitet werden. —

Unter den französischen Geologen war es vorzüglich Alexander Brongniart, welcher die in neuerer Zeit so beliebte Methode der rückläufigen Darstellung in die Wissenschaft einführte. „Wir ziehen vor," sagte er, „die Formationen in der Reihe zu studiren, wie sie vorkommen, wenn wir in die Erdrinde eindringen. Wir kennen das Ende, aber nicht den Anfang. Wenn wir von oben nach unten gehen, so werden die ersten Felsarten immer die ersten bleiben; beginnen wir aber mit den zu unterst liegenden, so könnte leicht der

*) Sehr wahr sagte der General van der Wyck in Bezug auf die vorliegende Frage: Will man Geschichte schreiben, so lässt man nicht die Französische Revolution vorangehen, um nachher auf die Reformation zurück zu kommen. Neues Jahrb. für Min. 1836, S. 160.

Fall eintreten, dass diejenigen, die wir jetzt die ersten nennen, in der Folge vielleicht eine weit grössere Ordnungszahl in der Reihe erhalten würden." (Die Gebirgsformationen der Erdrinde, übers. von Kleinschrod, 1830, S. 17.) Das hier angeführte Motiv hat aber doch zu wenig Gewicht, um die Umkehrung der chronologischen Ordnung rechtfertigen zu können.

Boué erklärte dagegen nach Werners Vorgange die progressive Reihenfolge in der Darstellung der Formationen für zweckmässiger; die neueren Schichten seien ja oft erst aus der Zerstörung der älteren hervorgegangen, es sei also logisch richtiger, die früheren Producte der Natur vor ihren späteren zu betrachten. (*Guide du Géologue voyageur*, 1836, *II*, *p.* 450.) Aus demselben Grunde sprach sich auch Featherstonhaugh für die aufsteigende Ordnung aus, welcher Buckland gleichfalls das Wort redete, indem er sagte: *it will be premature, to enter upon the consideration of derivative strata, untill we have considered the history of the primitive formations*; (*Geology and Mineralogy*, 1836, *p.* 39). Seitdem sich übrigens auch Murchison für die Rückkehr zu dieser Ordnung erklärt hat (*The Geology of Russia*, 1845, *p.* 9*) ist zu hoffen, dass die alte Wernersche Methode auch bei uns wieder zu Ehren kommen wird.

Die Aufgabe der Geognosie lässt sich ja in mancher Hinsicht mit jener der Anatomie vergleichen. In dieser Wissenschaft ist es aber von jeher für das Zweckmässigste erachtet worden, den Anfang mit der Lehre vom Skelet, also mit der Osteologie zu machen, hierauf von innen nach aussen fortzugehen, und endlich mit der Lehre von der Haut, oder mit der Dermatologie zu schliessen. Denn die Verhältnisse der Haut sind abhängig von denen der Muskeln, welche sie bedeckt; die Verhältnisse dieser sind abhängig von denen der Flechsen und Bänder, wie die letzteren wiederum den Knochen angeheftet sind. Es ist daher wohl noch keinem Anatomen eingefallen, seine Wissenschaft mit der Dermatologie zu beginnen und mit der Osteologie zu beschliessen. Aus ganz ähnlichen Gründen scheint uns die Betrachtung der Formationen nur dann naturgemäss eingeleitet und durchgeführt zu werden, wenn man mit den ältesten und tiefsten Formationen beginnt, und von ihnen zu den jüngeren und oberen Formationen aufsteigt.

§. 273. *Schwierigkeit der Einordnung der eruptiven Formationen.*

Während wir also die Formationslehre mit den primitiven Formationen eröffnen, und dann die Reihe der Sedimentformationen in derselben Ordnung folgen lassen werden, nach welcher sie in §. 264 aufgeführt worden sind, so lässt sich für die eruptiven Formationen ein ähnliches Verfahren nicht wohl mit Consequenz durchführen. Es hat diess seinen Grund darin, dass die Epochen der eruptiven Formationen noch nicht in allen Fällen mit hinreichender Gewissheit ermittelt worden sind, dass diese Epochen bisweilen für eine und dieselbe Formation in etwas verschiedene Zeiten und keinesweges immer mit dem Anfange oder dem Ende einer von denjenigen Perioden zusammen fallen, welche durch die

sedimentären Formationen bestimmt werden, indem viele eruptive Bildungen mitten in dem Verlaufe einer solchen Periode hervorgetreten sind.

In Berücksichtigung dieser Verhältnisse möchte nun allerdings das jetzt ziemlich allgemein befolgte Verfahren zweckmässig erscheinen, die Reihe der eruptiven Formationen ganz abgesondert nach der Reihe der Sedimentformationen in Betrachtung zu ziehen, und die Verbindung beider Reihen der Zukunft zu überlassen, wenn die genaueren und vervielfältigten Untersuchungen zu bestimmteren Resultaten über die Aufeinanderfolge und das gegenseitige Eingreifen der beiderlei Natur-Operationen geführt haben werden, durch welche diese verschiedenen Formationen entstanden sind.

Um jedoch die Betrachtung dieser beiden, so vielfach in einander eingreifenden Reihen nicht gänzlich zu trennen, und um wenigstens einigermaassen dieselbe Aufeinanderfolge zu beobachten, welche die Natur selbst bei der successiven Ausbildung der beiderseitigen Gebilde befolgt zu haben scheint, wollen wir versuchen, die Darstellung der eruptiven Formationen, so gut es sich thun lässt, zwischen die Betrachtung der grösseren Gruppen einzuschalten, welche in der Reihe der Sedimentformationen hervortreten.

Zweiter Abschnitt.

Primitive Formationen.

Erstes Kapitel.

Primitive Gneissformation.

§. 274. *Gesteine der Urgneissformation.*

Wir lassen dieser ältesten Bildung der uns bekannten Erdkruste den Namen Gneissformation, weil Gneiss ihr vorwaltendes und charakteristisches Gestein ist, und fügen das Prädicat primitiv hinzu, um sie von anderen, jüngeren Gneissbildungen zu unterscheiden. Sie wird wesentlich von lauter kryptogenen Gesteinen gebildet, von denen jedoch einige in solche Gesteine übergehen, welche gewöhnlich als eruptive Gebilde aufzutreten pflegen; wie diess namentlich mit dem Gneisse selbst der Fall ist, der gar häufig einen Uebergang in Granit erkennen

lässt. Ausser dem herrschenden Gneisse sind als mehr oder weniger untergeordnete*) Gesteine und Mineral-Aggregate besonders folgende zu erwähnen:

1) Krystallinische Silicatgesteine;
Granit, Hornblendschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit, Granulit, Chloritschiefer, Serpentin, Eklogit, Disthenfels und Eulysit.

2) Krystallinische Haloidgesteine;
Kalkstein und Dolomit, nebst ihren Begleitern, unter denen besonders Graphit und Smirgel zu erwähnen sind.

3) Erzlagerstätten;
Magneteisenerzlager und andere z. Th. sehr vielfach zusammengesetzte Erzlager.

Indem wir über die allgemeinen petrographischen Verhältnisse der meisten dieser Gesteine auf Dasjenige verweisen, was in der Synopsis der Gesteine (I, 545—586 und 665 f.) gesagt worden ist, müssen wir doch an gegenwärtigem Orte noch einige besondere Betrachtungen einflechten, welche sich auf den primitiven Gneiss und die ihm associirten Gesteine beziehen.

§. 275. *Primitiver Gneiss.*

Der primitive Gneiss erscheint fast in allen möglichen Varietäten, wie solche überhaupt bei dem Gesteine Gneiss vorkommen können; doch lassen sich diese Varietäten besonders in zwei Gruppen bringen, und als Glimmergneiss und Hornblendgneiss unterscheiden, je nachdem, ausser Feldspath und Quarz, entweder Glimmer, oder Hornblende als dritter wesentlicher Gemengtheil vorhanden ist.

*) Wir wagen es, wie bisher so auch fernerhin den Begriff von untergeordneten Gesteinen und Gebirgsgliedern beizubehalten, trotz des sehr strengen Urtheils, welches Macculloch über ihn fällte, indem er behauptete: *The term subordinate is as idle as all the other Germanic philosophy, which continues to obstruct the progress of geology.* Er tadelte nämlich diesen Begriff, weil nicht selten die sogenannten untergeordneten Gesteine zu vorwaltenden werden können, wodurch dann Schwierigkeiten herbeigeführt würden, und meinte: *all this difficulty, like most of the other vexations of geology, are the produce of systems, themselves the produce of original ignorance* u. s. w.; diesen scharfen Bemerkungen liegt aber offenbar der Irrthum zu Grunde, dass das Prädicat untergeordnet irgend eine absolute Bedeutung habe, was doch keinesweges der Fall ist; es bezieht sich nur auf die relative Grösse der Massen, und so kann denn ein und dasselbe Gestein hier als untergeordnetes, dort als vorherrschendes Gebirgsglied auftreten.

Ueber die wichtigsten Varietäten des gemeinen oder glimmerhaltigen Gneisses ist nachzusehen, was im ersten Bande S. 563 ff. bemerkt worden ist; hier haben wir nur noch des sogenannten porphyrartigen Gneisses zu gedenken, welcher durch einzelne grössere Körner oder körnige Concretionen von Feldspath eine porphyrähnliche Structur erhalten hat, und wohl auch, bei dick linsenförmiger Gestalt dieser Feldspathknoten, Augengneiss genannt worden ist.

Dergleichen Gneiss findet sich z. B. nach Kittel bei Aschaffenburg, nach Hausmann bei Jönköping in Schweden, nach Leopold v. Buch's und meinen eigenen Beobachtungen auf Dovrefjeld in Norwegen, besonders in den Umgebungen des Snöhättan, nach Macculloch auf der Insel Lewis, einer der Hebriden, nach Hitchcock in Connecticut, in welchen Gegenden er wohl überall zur Urgneissformation gehören dürfte. Wenn die eingesprengten Feldspathkrystalle eine langgestreckte Form haben, so liegen sie bisweilen mit ihren längsten Axen parallel.

Auch verdient noch erwähnt zu werden, dass namentlich die grauen Varietäten des Glimmergneisses nicht selten neben dem Orthoklas auch Oligoklas als feldspathigen Gemengtheil enthalten. Ja, der letztere wird zuweilen recht vorwaltend, wie z. B. nach Svanberg in dem ganzen Striche von Calmar bis Gefle. *Daubrée, Mem. sur les dépots metallif. de la Suède, p.* 4.

Der Hornblendgneiss scheint zwar in Teutschland keine besonders häufige Erscheinung zu sein, spielt aber in vielen anderen Ländern eine sehr bedeutende Rolle, und tritt daselbst theils in grösseren selbständigen Zonen, theils in schichten- und lagenweiser Wechsellagerung mit (gewöhnlich körnigstreifigem) Glimmergneiss auf, wie er denn auch selbst in der Regel mit körnigflasriger oder körnigstreifiger Structur ausgebildet ist*).

Aus den Salzburger Alpen beschreibt Credner einen Gneiss, in welchem der Glimmer durch Hornblende vertreten wird, und dessen Structur bald körnig bald schiefrig ist. (Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 549.) Kittel führt aus der Gegend von Aschaffenburg hornblendige Gneisse unter dem Namen Syenitgneiss auf. Nach Dufrénoy sind sie auch im Limousin und in anderen Gegenden Frankreichs keine seltene Erscheinung. Weit bedeutender ist jedoch ihr Auftreten in Scandinavien, Finnland, Schottland und Nordamerika. So ist er nach Hausmann sehr verbreitet in der schwedischen Provinz Westmanland, und die von v. Engelhardt aus Finnland unter dem Namen Gneiss-Syenit und Syenitschiefer aufgeführten Gesteine sind seiner Beschreibung zufolge grösstentheils nichts Anderes als Hornblendgneiss; nach Leopold v. Buch's, Keilhau's und meinen eigenen Beobachtungen tritt er fast in allen

*) *Le remplacement du mica du gneiss par plus ou moins d'amphibole est un accident bien connu et s'offrant presque dans tous les grands massifs de schistes cristallins.* Boué, *Esquisse géol. de la Turqie d'Europe*, 1840, *p.* 3.

Norwegischen Gneissdistricten sehr häufig auf, meist in beständiger Abwechslung mit Glimmergneiss und Hornblendschiefer, weshalb die Felswände gebändert und gestreift erscheinen; eben so sah ihn Scheerer im südlichen Norwegen bei Flekkefjord und auf Hitteröe als körnigstreifiges Gestein; Macculloch bemerkt, dass auf den Schottischen Inseln Tirey und Coll der Gneiss in vielen Varietäten auftrit, welche aber insgesammt durch Hornblende, als einen wesentlichen Gemengtheil charakterisirt sind, und in New-York, New-Jersey u. a. Staaten Nordamerikas ist der Hornblendgneiss ein vielorts vorkommendes Gestein.

Glimmergneiss und Hornblendgneiss stehen zu einander in demselben Verhältnisse, wie Granit und Syenit; sie sind durch petrographische Uebergänge und durch lagenweise Wechsellagerung auf das Innigste mit einander verbunden, und können daher nur als verschiedene Gesteine einer und derselben Formation gelten. Im Allgemeinen kommt jedoch der Glimmergneiss weit häufiger vor als der Hornblendgneiss, daher man denn auch unter dem Worte Gneiss schlechthin allemal den ersteren zu verstehen pflegt.

Ausser den bereits Band I, S. 567 erwähnten accessorischen Bestandtheilen des Gneisses, unter denen besonders Granat, Schörl, Pistazit und Magneteisenerz als die häufigeren zu betrachten sein dürften, gedenken wir noch des Spinells, Sapphirs und Zirkons, welche nach Davy auf der Insel Ceylon ursprünglich im Gneisse eingewachsen vorkommen, des Stauroliths, von welchem nach Shepard sehr schöne Krystalle in grosser Menge bei Landaff in Neu-England im Gneisse enthalten sind, des Molybdänglanzes, welcher auf Bornholm, und mehrorts in Schweden, auch in Massachusetts, Connecticut, Maine im Gneisse vorkommt, und endlich des Graphites, als eines theilweisen oder gänzlichen Vertreters des Glimmers, im Gneisse von Passau, bei Markirchen, Fraize und Wisembach in den Vogesen, im grauen Gneisse von Tunaberg in Schweden, und von anderen Orten.

Von accessorischen Bestandmassen sind im Gneisse besonders häufig krystallinisch grob- bis grosskörnige Ausscheidungen von Quarz und Feldspath, auch wohl mit etwas Glimmer, zu erwähnen, welche meist als ganz unregelmässig gestaltete Nester, selten als bestimmter contourirte Nieren erscheinen, einige Zoll bis mehre Fuss im Durchmesser haben, und, je nach dem Verhältnisse ihrer Bestandtheile, bald als granitische, bald mehr als quarzige oder als feldspathige Gebilde erscheinen, bisweilen auch einen vollkommenen Schriftgranit darstellen. Mitunter bestehen diese Ausscheidungen in der Mitte fast nur aus reinem Quarz, und an ihrer Peripherie aus Feldspath; auch umschliessen sie nicht selten mancherlei Mineralien (besonders Oligoklas, Albit, Turmalin, Beryll) als accessorische Gemengtheile.

So sah Scheerer am Hitterdalsee in Tellemarken kleinere Quarznester mit einer Umgebung von Feldspath, an der Südspitze der Insel Buöe (unweit

Arendal) aber eine über 20 Fuss mächtige Ausscheidung, die in der Mitte vorwaltend aus Quarz, an ihrem Rande dagegen aus z. Th. cubikfussgrossen Feldspath-Individuen besteht, welche es auf das Deutlichste erkennen lassen, dass sie bereits krystallisirt waren, als der Quarz noch eine weiche Masse bildete. Auf der nicht weit davon liegenden Insel Flagstadöe wiederholt sich dieselbe Erscheinung in einem noch grösseren Maassstabe; der weisse Quarz wird von colossalen Orthoklas-Individuen umgeben, und enthält hier und da schwarze Glimmertafeln von bisweilen mehren Quadratfuss Oberfläche. (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 633, 660 und 662).

Ueber die Structur und die Schichtung des Gneisses ist Manches zu sagen. Seine Parallelstructur, welche als das eigentliche Unterscheidungsmerkmal vom Granit betrachtet werden muss, ist mit allen möglichen Modificationen ausgebildet, weshalb besonders körnigschuppige, körnigflasrige, flasrige, schiefrige, körnigstreifige und stänglige, oder überhaupt stark gestreckte Gneisse zu unterscheiden sind. Mit dieser Parallelstructur steht nun die lagenweise Zusammensetzung mancher, und die Schichtung aller Gneissvarietäten im genauesten Zusammenhange.

Die körnigstreifigen Gneisse lassen nämlich in Folge des unaufhörlichen Wechsels ihrer vorwaltenden Bestandtheile (wobei bald Glimmer bald Hornblende die Hauptrolle spielt) eine Zusammensetzung aus lauter zoll- bis fussbreiten Lagen erkennen, welche durch ihre oft sehr verschiedene Farbe schon aus der Ferne sehr in die Augen fallen. Auch kommt eine ähnliche Zusammensetzung in den flasrigen und schiefrigen Gneissen vor, wenn der Glimmer bald mehr bald weniger angehäuft ist. Sowohl die Parallelstructur als auch diese lagenweise Gliederung sind nun in der Regel der Schichtung des Gneisses vollkommen parallel, indem nur äusserst selten eine Discordanz in der Lage der Structurfläche und der Schichtungsfläche beobachtet worden ist (I, 567).

Die Schichten des Gneisses sind gewöhnlich ebenflächig ausgedehnt, und lassen sich dann in schöne und grosse Platten brechen; sie können aber auch, eben so wie die Gesteinslagen, durch mancherlei Biegungen in so verworrene Windungen übergehen, dass sich ihre Formen zuletzt gar nicht mehr beschreiben, sondern nur mit ähnlichen Gestalten vergleichen lassen. Namentlich zeigen die, in ihren einzelnen Lagen oft granitähnlichen, körnigstreifigen Gneisse nicht nur sehr häufig wellenförmige, gekräuselte, und zickzackförmige Windungen, sondern auch bisweilen die wunderbarsten Verdrehungen und Verschlingungen ihrer Lagen und Schichten, dergestalt dass die in ihren Felswänden entblösten Profile an die Zeichnungen der marmorirten Papiere, oder an die Windungen der Holzlagen in knotigen Bretern erinnern.

Die Eigenschaft in Platten zu brechen, ist theils als Spaltbarkeit in der Parallelstructur des Gesteins, theils in seiner Schichtung begründet, wenn nämlich die Schichten nur einige Zoll bis einen Fuss stark sind, und also die für Gesteinsplatten erforderliche Dicke besitzen. Dergleichen Platten werden in den meisten Gneissregionen gebrochen, und bisweilen selbst zum Dachdecken benutzt. So berichtet Saussure, dass der Gneiss an der Toccia, unweit Duomo d'Ossola, ausgezeichnet schöne Platten liefert, welche bei bedeutender Grösse oft kaum einen Zoll dick sind, daher sie bis nach Mailand und weiter verfahren werden; man nennt diesen Gneiss Sarizzo, und die Häuser von Duomo d'Ossola, Mergozzo, Ugogna und anderen Orten, bis an den Comer See hin, sind mit seinen Platten gedeckt. Auch liefert er Säulen und Stöcke, dergleichen Saussure eine von 15 F. Länge, 5—6 Zoll Breite und 3 Zoll Dicke sah. Eben so wird der Gneiss von St. Roch, drei Stunden von Formazza, von den Bewohnern der Gegend durch Keile in Platten von höchstens einem Zoll Dicke gespalten, welche zum Dachdecken gebraucht werden. (*Voyages dans les Alpes*, §. 1757 und 1769). Hitchcock erzählt, dass der Gneiss in Massachusetts, welcher einen vortrefflichen Baustein liefert, leicht in 10 bis 20 F. lange und dabei nur wenige Zoll dicke Platten gebrochen werden könne, ja dass er nicht selten Platten von 20 bis 30 Fuss Länge und halb so grosser Breite liefert. (*Report on the geology of Massachusetts*, *p*. 19 und 390.)

Was aber die vorher erwähnten Windungen und Biegungen der Gneisslagen betrifft, so liefern manche Gneissregionen Scandinaviens höchst auffallende Beispiele derselben; wie z. B. die Westküsten Norwegens zwischen Bergen und Trondhjem, wo diese Windungen bisweilen ein solches Gewirre darstellen, als wäre das Gestein aus einem zähflüssigen Zustande, im Momente eines heftigen Aufwallens und Durcheinanderwogens seiner Massen plötzlich zur Erstarrung gelangt; (Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 130 und 166). Scheerer fand eben so die launenhaftesten und sonderbarsten, nur mit den Figuren der marmorirten Papiere vergleichbaren Windungen in der Gegend von Kongsberg, Brevig und Flekkefjord; (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 632 ff.); und Keilhau erwähnt sie von unzähligen Puncten Norwegens. Macculloch beschreibt dieselben Erscheinungen von den Inseln Tirey, Coll, Lewis und Long-Island als *contortions so intricate and capricious, that the imagination can scarcely exceed them*; (*System of Geology*, *II*, 143 und *Descr. of the Western Islands I*). Charpentier erwähnt sie aus dem Gneisse der Pyrenäen, dessen Lagen auf die bizarrste Weise gewunden und gekrümmt, auch dabei im Kleinen wellenförmig und zickzackförmig gefaltet seien; (*Essai sur la constit. geogn. des Pyrenäes*, *p*. 141). Und so wiederholt sich dasselbe Structur-Verhältniss in vielen anderen Gneissregionen.

Die mehrfach ausgesprochenen Zweifel gegen die Wirklichkeit einer Schichtung des Gneisses scheinen uns durchaus ungegründet zu sein, denn es fehlt seinen Parallelmassen keines der Merkmale, durch welche die Schichtung überhaupt charakterisirt wird (I, 496), obwohl sie in manchen und besonders in den granitartigen Varietäten mehr oder weniger undeutlich werden kann. Die meisten jener Zweifel sind aus gewissen theoretischen Ansichten über die Entstehungsweise des Gneisses

hervorgegangen, und dürften sich leicht erledigen, selbst wenn diese Ansichten zum Theil richtig sein sollten.

So behauptete z. B. Kapp, dass die sogenannte Schichtung des Gneisses und selbst des Glimmerschiefers immer und überall nur eine vermeintliche Schichtung, und eigentlich nichts Anderes, als eine schiefrige Structur sei, weil er unter Schichten überhaupt nur neptunisch gebildete Absätze verstanden wissen will, während er den Gneiss für ein plutonisches Gebilde erklärt; (Neues Jahrb. für Min. 1834, S. 256 f.). Ganz in demselben Sinne und aus demselben Grunde erklärte *Featherstonhaugh: what has been called the stratification of these ignigenous rocks, may be owing to the principle, which occasions their fissility*; (*Report of the geol. reconn. by the way to the coteau of Prairie*, 1836, *p.* 30). Coquand betrachtete manchen Gneiss als einen *granite stratoide mais non stratifié*; (*Bull. de la soc. géol. t. IX*, 1838, *p.* 222). Rivière, welcher sich den Urgneiss als ein Glied der ursprünglichen Erstarrungskruste unsers Planeten vorstellt, meint ebenfalls, derselbe bilde keine wahren Schichten, sondern sei nur ein fissiles oder pseudostratificirtes Gestein; (*Comptes rendus, t.* 25, 1847, *p.* 898). Allein wenn wir auch zugestehen müssen, dass die granitartigen Gneisse nicht immer deutlich geschichtet sind, so finden wir doch bei den meisten übrigen Varietäten eine so deutlich ausgeprägte Schichtung, dass sie von Niemand in Zweifel gezogen werden kann.

Bei der geognostischen Untersuchung eines Gneissterrains ist die Bestimmung der Lage seiner Schichten eine der wichtigsten Aufgaben, auf welcher allein die Erkenntniss seiner Architektur beruht. Dabei kann man sich an die, durch die Schieferung oder Spaltbarkeit angezeigten Structurflächen halten, weil solche im Allgemeinen der Schichtung immer parallel sind.

Viele Gneissvarietäten lassen auch eine mehr oder weniger deutliche Streckung erkennen, welche bisweilen in solcher Vollendung ausgebildet ist, dass durch sie die Plattung oder Schieferung nicht nur maskirt, sondern vielleicht ganz unscheinbar gemacht wird (I, 469). Obwohl nun die eigentliche Ursache und Bedeutung dieses Structurverhältnisses noch nicht völlig aufgeklärt ist, so dürfte doch selbiges keinesweges zu vernachlässigen sein. Wo es sich also zu erkennen giebt, da ist die Richtung der (den Structurflächen jederzeit parallelen) Streckungslinien gleichfalls zu bestimmen, indem man, bei wenig geneigten Schichten, das Streichen, bei stark geneigten Schichten, den Neigungswinkel dieser Linien gegen die Falllinie der Schichten aufzeichnet.

Ausser den Schichtungsfugen zeigt der Gneiss, wie alle übrigen Gesteine, auch mehr oder weniger häufige Klüfte, welche diese Fugen und die ihnen entsprechenden Structurflächen unter grösseren oder kleineren Winkeln durchschneiden. Diese Zerklüftung ist zwar öfters nur

in kleinerem Maassstabe und ohne besondere Regelmässigkeit ausgebildet; nicht selten aber zeigen die Klüfte eine bedeutende Ausdehnung und einen ziemlich regelmässigen Verlauf, indem sie ebenflächig gebildet sind, und einen gegenseitigen Parallelismus behaupten. Bisweilen sind zwei dergleichen Kluftsysteme vorhanden, welche sich unter ziemlich constanten Winkeln durchschneiden, und daher wenigstens innerhalb beschränkter Regionen eine gewisse Regelmässigkeit erkennen lassen. In solchen Fällen wird auch die Lage dieser Klüfte zu berücksichtigen sein.

Bei denen mit einer deutlichen Streckung versehenen Gneissvarietäten steht diese Zerklüftung gar häufig in einer bestimmten Relation zu der Structur, indem das eine Kluftsystem die Streckungslinien fast rechtwinkelig durchschneidet, während das andere System ihnen ungefähr parallel und zugleich beinahe rechtwinkelig auf den Schichten ist.

Petrographische Uebergänge zeigt der Gneiss, als Glimmergneiss besonders häufig in Glimmerschiefer und in Granit, bisweilen auch in Granulit, als Hornblendgneiss in Hornblendschiefer, Amphibolit und in syenitartige Gesteine, während beide Varietäten, durch Zurücktreten des Feldspathes und des Glimmers oder der Hornblende, in Quarzit übergehen können. Alle diese Uebergänge können theils von einer Schicht zur andern, oder normal auf die Schichtung, theils innerhalb einer und derselben Schicht, oder im Streichen der Schichten Statt finden, und bedürfen im Allgemeinen keiner weiteren Erörterung. Nur die Uebergänge in Granit werden wir sogleich etwas ausführlicher besprechen, obwohl auch sie von so vielen Beobachtern in so vielen Gegenden nachgewiesen worden sind, dass sie als eine ganz gewöhnliche Erscheinung gelten müssen.

Die Terrainformen der Gneissregionen sind sehr verschieden, wie denn überhaupt die Reliefformen eines Landstrichs nicht nur von der Beschaffenheit seiner Gesteine, dafern sie nur überhaupt feste Gesteine sind, sondern auch von anderen Verhältnissen abhängig zu sein pflegen. So finden wir denn auch in denen vorwaltend aus Gneiss bestehenden Landstrichen bald sehr sanfte Terrainformen, flach undulirte Plateaus, in welchen nur die Thaleinschnitte schroffere Formen entblöst haben; bald aber auch scharfe Kämme, zackige Gipfel und andere auffallende Berggestalten.

Diess Letztere ist z. B. nach Macculloch der Fall in einigen Gegenden von Sutherland, und auf den Inseln Coll und Rona, deren Gneissberge einen seltsamen Anblick gewähren sollen. Eben so erwähnt Dufrénoy, dass das Gneissterrain Centralfrankreichs oft schroffe und scharf ausgezackte Gipfel zeigt. In Norwegen ragen die Gneissinseln an der Westküste des Landes nicht selten mit sehr auffallenden Gestalten über den Meeresspiegel auf; in den

dasigen Fjorden stürzt der Gneiss oft mit fast senkrechten Wänden mehre 1000 F. tief in das Meer, und in Romsdalen erscheinen abenteuerlich gestaltete, mit zackigen Kanten und spitzen Hörnern versehene Bergformen, welche dem dortigen Gebirge eine höchst imposante Physiognomie ertheilen. Die Troldtindene bilden daselbst eine lange Reihe keulenförmiger und obeliskenähnlicher Klippen; schmale Steinmassen, von denen man glauben möchte, jeder Sturmwind müsse sie von ihrem schwindelnden Standpuncte hinab in die Thaltiefe schleudern; denn kaum könnte die muthwilligste Einbildungskraft sich kühnere Felszacken ausersinnen, als sie dort die Natur dem staunenden Wanderer auf die jähe Wand eines 3000 Fuss tiefen Thalabgrundes zur Schau hinstellte; (vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 192 f.). Nach Darwin bildet der Gneiss in der Umgegend von Rio de Janeiro spitze und schroffe Berge, wie man sie nur am Phonolith und an anderen vulcanischen Gesteinen zu sehen gewohnt ist. Auch die Alpen liefern zahlreiche Beispiele von höchst auffallenden Berg- und Thalformen, so wie von schroffen und verwegenen Felsgestalten des Gneisses. — Desungeachtet ist nicht zu läugnen, dass die Oberfläche der meisten Gneissregionen mehr durch sanfte und wellige, als durch schroffe und zackige Configuration ausgezeichnet ist.

Durch die Verwitterung wird der Gneiss theils zu einem morschen, weichen Grus aufgelockert, welcher endlich in sandigen Lehm zerfällt, theils in unreinen Kaolin umgewandelt. Die Zersetzung des Gesteins findet zumal in engen Schluchten, Wasserrissen, Hohlwegen und alten Steinbrüchen Statt, und kann bisweilen sehr tief hinabreichen. Nach H. Rogers ist der Gneiss um Philadelphia oft bis 20 Fuss tief völlig zerrüttet, und nach Darwin reicht die Zerstörung desselben bei Bahia und Rio Janeiro stellenweise bis zu 100 F. Tiefe. Bisweilen effloresciren Bittersalz oder Alaun aus dem in der Zersetzung begriffenen Gesteine.

§. 276. *Dem Urgneisse untergeordnete krystallinische Silicatgesteine.*

1. Granit ist wirklich ein Gestein, welches in manchen Gegenden als ein Glied der Urformation auftritt, und mit dem primitiven Gneisse durch petrographische Uebergänge und durch Wechsellagerung so innig verbunden erscheint, dass eine Trennung beider Gesteine ganz unmöglich sein würde. Der Gneiss verliert nämlich seine Parallelstructur, indem die Glimmerblättchen eine ganz regellose Lage annehmen, oder auch die lagenweise Sonderung der Gemengtheile verschwindet, und so entsteht ein mehr oder weniger ausgezeichneter Granit, welcher, ohne gerade innerhalb seiner selbst geschichtet zu sein, doch in schichtenähnlichen z. Th. sehr mächtigen Parallelmassen zwischen dem Gneisse ein-

gelagert ist, mit welchem er beständig zu alterniren pflegt. So bildet denn dieser dem Gneisse untergeordnete Granit mit ihm selbst ein Ganzes, ein einziges, ungetheiltes und untheilbares Formationsglied.

Diess ist z. B. in Schlesien der Fall, wo sich nach Carl v. Raumer auf der nördlichen Seite des Centralgranites zwischen Hirschberg, Friedland und Lauban eine Ablagerung von Gneissgranit ausbreitet, in welcher flasriges und geschichtetes Gestein unaufhörlich mit dem körnigen und ungeschichteten Gesteine wechsellagert; (das Gebirge Niederschlesiens, S. 8 f.). Ganz auf ähnliche Weise verhält es sich nach v. Blöde in Podolien, wo „Granit und Gneiss zusammen ein grossartiges massiges Durcheinander, ein Gewirre, aber ein geschlossenes Ganzes bilden, von dem unbedingt eine gleichzeitige und gleichartige Entstehung anerkannt werden muss.“ Diess wird noch insbesondere dadurch bewiesen, dass es dieselben Varietäten von Feldspath, Quarz und Glimmer sind, welche sowohl die granitischen als auch die gneissigen Schichten zusammensetzen, und dass dieselbe Varietät von Granat in beiden Gesteinen einen sehr häufigen accessorischen Bestandtheil bildet; (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 507). Auch im Gneissdistricte des Dnjepr zwischen Krementschug und Keleberda wiederholen sich ganz ähnliche Erscheinungen. Eben so findet sich der Gneiss im Centralplateau Frankreichs, in Scandinavien und Finnland sehr häufig mit granitartigen Lagen vergesellschaftet*). Dasselbe ist nach Macculloch in Schottland und auf den Hebriden der Fall, wo auf den Flannan-Inseln vollkommen granitische Gesteine als Lager im Gneisse auftreten**), und auch anderwärts Gneiss und Granit mit einander wechsellagern, welcher letztere dann eben sowohl ein primitives, und kein eruptives Gestein ist, wie der Gneiss selbst; (*System of Geology*, *II*, *p*. 149).

Besonders sind es die tieferen Etagen mancher Gneissdistricte, in welchen häufige Uebergänge in granitische Gesteine, und beständige Oscillationen zwischen Gneiss und Granit vorkommen; so nach Coquand in den Pyrenäen, nach Gruner in den Ketten des Forez, des Pilas und von Riverie, desgleichen nach Rivière in der Vendée, nach Rozet in der Auvergne, nach Rengger im Schwarzwalde, und nach Beudant in Ungarn, wo Gneiss und Granit gar nicht als verschiedene Formationen getrennt werden können. *En Hongrie*, sagt Beudant, *ces deux roches se montrent toujours ensemble et uniquement ensemble; elles ne forment pas seulement des couches alternatives,*

*) Dass in Scandinavien der mit dem Gneisse durch Uebergänge und Wechsellagerung verbundene Granit auch gleichzeitig mit ihm gebildet sein müsse, diess hob schon Hisinger hervor; (Versuch einer mineralogischen Geogr. von Schweden, übers. von Wöhler, 1826, S. 9).

**) *Descr. of the Western Islands, I, p.* 203; dabei bemerkt Macculloch sehr richtig, dass man deshalb nicht allgemein Granit und Gneiss identificiren dürfe, und fügt für Diejenigen, welche eine solche organische Verknüpfung beider Gesteine bezweifeln, die Sentenz hinzu: *The satisfaction, derived from the investigation of truth, ought to be superior to the triumphe, derived from affording temporary support to a favorite theory.*

mais une seule et même masse; (Voy. min. et géol. en Hongrie, III, p. 19).

Es kann demnach gar kein Zweifel darüber obwalten, dass es ausser den eruptiven Graniten, welche so häufig im Gebiete der primitiven Gneissformation auftreten, auch gleichzeitig gebildete primitive Granite giebt, welche in der Form von Lagern oder Lagerstöcken dem Gneisse regelmässig eingeschaltet sind, mit ihm wechsellagern, und durch Gesteins-Uebergänge in ihn verlaufen. Denn, wenn auch manche dergleichen lagerartige Vorkommnisse von Granit in die Kategorie der Lagergänge (I, 917 und 936) zu verweisen sein dürften, so ist doch gewiss für die grosse Mehrzahl derselben eine solche Interpretation ganz unzulässig. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass solche primitive Granite keinesweges in allen Gneissregionen beobachtet worden sind, und dass es grosse Gneissdistricte giebt, in welchen sie fast gänzlich vermisst werden; (Gneiss des Erzgebirges).

Das Vorkommen primitiver, dem Gneisse regelmässig eingeschichteter Granite ist aber insofern eine sehr beachtenswerthe Thatsache, als dasselbe beweist, dass, gleichwie mehre andere, gewöhnlich in eruptiven Formen auftretende Gesteine, so auch der Granit schon innerhalb der Urformation unter ganz anderen Formen, und wohl auch unter ganz anderen Bedingungen zur Ausbildung gelangte, als diess später bei seiner Bildung auf dem Wege der Eruption der Fall war. Dass dadurch der geringe Unterschied zwischen Gneiss und Granit noch mehr vermindert, und Heim's Ansicht, Gneiss und Glimmerschiefer seien ebenbürtige Brüder des Granites *), gewissermaassen bestätigt wird, diess ist wohl nicht zu läugnen.

2. Granulit. Dieses dem Gneisse so nahe stehende und durch petrographische Uebergänge verbundene Gestein erscheint gleichfalls hier und da im Gebiete der Urgneissformation als untergeordnetes, regelmässig eingeschichtetes Gebilde.

So z. B. im Egerthale bei Warth (zwischen Carlsbad und Kaaden), wo eine mächtige Ablagerung im Gneisse auftritt; bei Aschaffenburg bildet er nach Kittel häufige Schichten im Gneisse, und in der Gegend von Krems an der Donau soll nach Basilius Werner der Gneiss vielfach mit Granulit abwechseln, welcher oft sehr mächtig wird, und immer mehr oder weniger deutlich geschichtet ist; (Holgers Zeitschrift für Physik, Bd. 7, S. 35). Eben so ist nach Zippe in Böhmen zwischen Budweis und Krummau der Granulit sehr verbreitet, aber so innig mit dem Gneisse verbunden, dass er von ihm gar

*) Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, 1. Abth. S. 356; wie auch später Kapp alle drei Gesteine für feuergeborene Brüder erklärte. Manche ältere hierher gehörige Beobachtungen finden sich zusammengestellt in Breislak's Lehrb. der Geol. I, S. 403 ff.

nicht getrennt werden kann. In den Vogesen erscheint zwar der Granulit (oder Leptinit) gleichfalls mit Gneiss vergesellschaftet, dürfte jedoch wahrscheinlich dort, eben so wie in Sachsen, mehr den Charakter eines eruptiven Gesteines haben. Das Gestein aber, welches Hitchcock unter dem Namen *arenaceous gneiss* als ein Glied der Gneissformation von Massachusetts aufführt, ist seiner Beschreibung zufolge ein ächter Granulit.

Das unter dem Namen Hälleflinta oder Petrosilex bekannte sehr innige Gemeng von Feldspath und Kieselerde kommt nicht selten in dem Gneisse Scandinaviens und Schottlands vor. Es ist ein harter und sehr compacter Felsit, gewöhnlich von fleischrother Farbe, bildet untergeordnete Schichten und gewinnt zuweilen durch eingewachsene Körner von Quarz oder Feldspath ein ganz porphyrähnliches Ansehen.

3. Hornblendschiefer und überhaupt Amphibolite (z. Th. auch Diorite) sind Gesteine, welche ganz vorzüglich im Gebiete der grösseren Gneissablagerungen zu Hause sind, wo sie theils sporadisch, in einzelnen Lagern oder Stöcken, theils aber auch in vielfach wiederholter Wechsellagerung zwischen den Gneissschichten auftreten. Bei der sehr nahen Verwandtschaft des Hornblendgneisses mit Hornblendschiefer und Dioritschiefer kann uns diese Association auch gar nicht befremden.

Zuweilen treten diese Amphibolgesteine in sehr bedeutenden Lagerstöcken oder auch in mächtigen und weit fortsetzenden Zonen auf, wie z. B. der Ben-Lair in Rossshire, welcher als eine 3000 F. hohe Masse mitten im Gneisse liegt, oder die Hornblendschieferzonen von Grafton in Massachusetts und von Stafford in Connecticut. Dergleichen grössere Ablagerungen scheinen besonders auf der Gränze zwischen den Gneiss- und Schieferdistricten vorzukommen, wie bei Petersdorf im Königgrätzer Kreise in Böhmen, im Nassfelde an den Tauern (hier zwischen Gneiss und Chloritschiefer), in den Hoosac-Bergen in Massachusetts, und häufig anderwärts.

Der dem Hornblendschiefer so nahe stehende Strahlsteinschiefer (I, 579) bildet kleinere oder grössere Lagerstöcke, z. B. im Gneisse des Erzgebirges, südlich von Oberwiesenthal, eben so nach Macculloch vielorts in Schottland und auf den Shetlandinseln, nach Saussure in den Alpen, nach Hitchcock bei Shutesbury in Massachusetts.

Keilhau beschreibt merkwürdige Hornblendschieferlager von Steensöe bei Trondhjem, welche grosse, fragmentähnliche Partieen oder Schollen von Gneiss umschliessen, die sich unter einander und zu dem Lager selbst in paralleler Stellung befinden, so dass die Structurflächen beider Gesteine einander correspondiren; (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 455). Die grösseren Stöcke der amphibolischen Gesteine erscheinen nicht selten in ihrer Mitte als körniger Amphibolit, und an ihren Gränzen als Hornblendschiefer; ein Verhältniss, welches sich bisweilen in ähnlicher Weise an Dioritgängen ausgebildet findet, welche doch gewiss auf dem Wege der Eruption entstanden sind; (vergl. v. Blöde, im Neuen Jahrb. für Min. 1841, S. 508).

4. **Glimmerschiefer**, in mancherlei Varietäten, ist dem primitiven Gneisse nicht selten in der Form von Lagern, Schichtenzonen und Lagerstöcken eingeschaltet, welche an ihrer Gränze gewöhnlich durch Wechsellagerung und Gesteins-Uebergänge mit dem Gneisse verbunden sind, bisweilen aber auch ziemlich scharf an ihm abschneiden.

So enthält z. B. nach Carl v. Raumer der vorhin erwähnte Gneissgranit Schlesiens eine mächtige und weit fortsetzende Glimmerschieferzone, welche bei Flinsberg vom Thale des Queiss durchbrochen wird, und daselbst, wie Gustav Rose gezeigt hat, eine sehr grossartige Verwerfung erlitten hat. Der Gneiss des Erzgebirges umschliesst bei Leubsdorf unweit Augustusburg, bei Hermsdorf unweit Altenberg, so wie nördlich von Klösterle bedeutende Einlagerungen von Glimmerschiefer. In den grösseren, von Glimmerschiefer umgebenen Gneissdistricten pflegen Gneiss und Glimmerschiefer an der Gränze mit einander zu wechsellagern oder auch durch ganz allmälige Uebergänge verbunden zu sein. Manche Gneissregionen lassen auch mitten in ihrem Gebiete öftere Wechsellagerungen von Gneiss, Glimmerschiefer und Hornblendschiefer erkennen.

5. **Quarzit**, als körniger Quarzit und als Quarzschiefer erscheint zwar im Urgneisse weit seltener, als in der **Urschieferformation**, welche als die eigentliche Heimath desselben zu betrachten ist; desungeachtet aber sind die Quarzite auch im Gebiete des Gneisses anzutreffen.

So finden sie sich im Gneissgebiete des Erzgebirges bei Freiberg, Oberschöna, Frauenstein, und westlich von Commotau, an letzterem Orte als ein von kleinen Granaten strotzender Quarzschiefer, an den übrigen Orten meist als körniger Quarzit, welcher namentlich bei Frauenstein in schroffen und z. Th. seltsamen Felsformen über seine Umgebungen aufragt. Bei Aschaffenburg führt der Gneiss ebenfalls Quarzitlager, welche Rutil, Disthen und Titaneisenerz enthalten. Bei Piriac, an der Südküste der Bretagne, liegen im Gneisse Quarzitlager mit Zinnerz, welches theils derb, theils eingesprengt vorkommt, und früher zu bergmännischen Versuchen Veranlassung gegeben hat; (*Explic. de la carte géol. de la France*, *I*, *p*. 202). Im Districte von Assynt und Groinar in Schottland erlangt der dem Gneisse untergeordnete Quarzit eine sehr bedeutende Ausdehnung, und steigt bis zu 3000 F. hohen Bergen auf, deren verticale unzerstörbare Schichten scharfe Zacken und Grate bilden; (*Necker de Saussure, Voyage en Ecosse*, *II*, *p*. 510). Bei Krageröe in Norwegen bildet nach Scheerer der Quarzit mächtige Lager im Hornblendgneisse, mit welchem er auch vielfältig wechsellagert, wodurch die innige genetische Verknüpfung beider Gesteine dargethan wird; (Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 800). Auch in Nordamerika hält der Gneiss Quarzitlager, welche z. B. in Massachusetts in Worcester county sehr bedeutend sind, in Südcarolina aber nur einige Fuss Mächtigkeit besitzen, jedoch durch ihre grosse Anzahl, und durch ihren Gehalt an gediegenem Golde merkwürdig sind, welches in kleinen oft kaum sichtbaren Blättchen vorkommt; auch halten sie oft

Granat, Glimmer, Chlorit, Pyrit, Braun- und Rotheisenerz. Endlich mag noch erwähnt werden, dass nach Pissis auch in Brasilien die obere Etage der dortigen Gneissformation sehr reich an mächtigen Quarzitlagern ist, und daher einen unfruchtbaren Boden liefert; (*Comptes rendus*, *t.* 17, 1843, *p.* 28).

6. Chloritschiefer und krystallinischer Thonschiefer sind seltenere Erscheinungen im Gebiete des Urgneisses. So erwähnt z. B. Hausmann im Gneisse bei Göthaborg häufige Lager von Chloritschiefer, welche bandförmige Lagen von Hälleflinta enthalten, und Hisinger gedenkt einer mächtigen Thonschiefer-Einlagerung im Thale des Svartelfv zwischen Grythytta und Hellefors in Westmanland*).

7. Serpentin, welcher in jüngeren Formationen oft unter solchen Verhältnissen auftritt, dass man ihm eine eruptive Entstehungsweise zuschreiben muss, findet sich in den primitiven Formationen bisweilen so regelmässig eingelagert, dass man ihn nur als ein gleichzeitiges Gebilde betrachten kann; er wird dann nicht selten von Chloritschiefer, Talkschiefer und Amphiboliten begleitet.

Das bekannte, über 300 Fuss mächtige Serpentinlager am Greiner in Tyrol liefert ein ausgezeichnetes Beispiel von solchen ursprünglichen, mit ihrer Umgebung gleichzeitigen Serpentinbildungen, indem es durch eine Reihe von Uebergangsgesteinen mit dem Gneisse sehr innig verbunden ist. An den Gränzen wird der Serpentin erst schiefrig, geht dann allmälig durch feinfilzigen Strahlsteinschiefer und Amphibolit in eine Art von granatreichen Hornblendgneiss, in hornblendhaltigen Glimmerschiefer und endlich in den Gneiss über, welcher die Hauptmasse des Greiner bildet: auch Chloritschiefer und Talkschiefer drängen sich in die bunte Reihe dieses Ueberganges ein, welchen Reuss mit Recht als einen Beweis betrachtet, dass man es hier weder mit einer eruptiven, noch mit einer metamorphischen Bildung zu thun hat; (Neues Jahrb. für Min. 1840, S. 134 ff.). Der Gneissdistrict in der Umgegend von Krems enthält nach Basilius Werner viele Stöcke und Lager von Serpentin; auf einer Linie von 5 Meilen Länge liegen nicht weniger als 10 Serpentinstöcke hinter einander. Auch im Centralplateau Frankreichs kommen im Gneisse viele Serpentinstöcke vor; dasselbe ist in Sutherland, Aberdeenshire und auf Shetland der Fall. Ob aber die bekannte Serpentinbildung von Zöblitz in Sachsen, welche allerdings im Gebiete des Gneisses auftritt, als eine demselben regelmässig eingelagerte und mit ihm gleichzeitige Masse betrachtet werden kann, diess ist wohl noch nicht völlig ausgemacht. Eine sehr interessante Serpentinmasse ist die von Snarum in Norwegen; sie bildet nach Böbert einen linsenförmigen Stock von einigen 100 Lachtern Länge und 10 Lachtern Breite, welcher nach innen aus edlem und krystallisirten, nach aussen aus gemeinem Serpentin besteht, und zunächst von einem Gemenge aus

*) Hausmann, Reise durch Scandin. I, S. 212, und *Hisinger Anteckningar i Physik och Geognosi, III*, S. 14.

vielem Talkspath mit etwas Serpentin und Quarz umhüllt wird, auf welches dann ein reines quarziges Gestein folgt, welches diesen merkwürdigen Serpentinstock ringsum in bedeutender Mächtigkeit umgiebt, und vom Gneisse abgesondert. (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 129 ff.)

8. Eklogit (I, 591) bildet auch hier und da im Urgneisse liegende Stöcke, wie z. B. bei Grosswaltersdorf in Sachsen; ähnliche Gemenge aus Hornblende und Granat finden sich bei Nieder-Schmiedeberg, und sehr ausgezeichnet westlich von Romsdal und Horningdal in Norwegen. Auf der Insel Syra im Griechischen Archipelagus ist der Eklogit mit Disthenfels vergesellschaftet.

9. Eulysit. So hat A. Erdmann ein aus olivinähnlichem Eisenoxydul-Silicat, grünem Pyroxen und braunrothem Granat bestehendes Gestein genannt*), welches bei Tunaberg in Schweden ein etwa 30 F. mächtiges und über 2000 F. weit fortlaufendes Lager im Gneisse bildet. (*Försök till en geognostik-mineralogisk Beskrifning öfver Tunabergs Socken,* 1849, S. 11 f.)

Es kommen wohl noch manche andere Silicatgesteine (z. B. Gabbro, Norit, Granatfels) als untergeordnete Bildungen im Gneisse vor; indessen müssen wir uns an gegenwärtigem Orte auf die Erwähnung derjenigen beschränken, welche entweder durch die Häufigkeit ihres Auftretens, oder durch ihre Zusammensetzung ein besonderes Interesse haben.

§. 277. *Lager von Kalkstein, Dolomit, Graphit und Smirgel.*

Kalkstein bildet eines der interessantesten untergeordneten Gesteine der Urgneissformation, nicht nur in technischer, sondern auch in mineralogischer und geologischer Hinsicht, weil seine Lager einen grossen Reichthum von accesorischen Mineralien umschliessen, und manche recht beachtenswerthe geognostische Verhältnisse darbieten.

Im Allgemeinen sind die dem Urgneisse untergeordneten und daher auch Urkalkstein genannten Kalksteine durch ihre krystallinisch-körnige Structur, durch ihre weissen oder doch lichten Farben, durch ihre Durchscheinenheit und den von den Spaltungsflächen ihrer Individuen reflectirten Glanz, so wie durch die häufigen Beimengungen von krystallinischen Silicaten und anderen Mineralien

*) Lässt man ein Stück des Gesteins ein paar Tage in concentrirter Salzsäure liegen, so wird das olivinähnliche Mineral, welches fast die Hälfte des Gesteins bildet, aufgelöst, und die beiden anderen Gemengtheile fallen zu Boden.

ausgezeichnet. Sie gehören überhaupt zu denjenigen Kalksteinen, welche Band I, S. 665 f. unter dem Namen körniger Kalkstein beschrieben worden sind. Gewöhnlich erscheinen sie in der Form von Lagern oder Lagerstöcken, welche dem Gneisse ganz regelmässig eingelagert zu sein pflegen.

Manche Urkalksteine sind fast ganz frei von accessorischen Bestandtheilen, und liefern dann, wenn sie weiss sind, den schönsten Statuen-Marmor; andere enthalten nur Glimmer, Talk oder Chlorit, deren Schuppen gewöhnlich parallel oder auch lagenweise abgelagert sind, (Cipolin); andere sind mehr oder weniger mit Quarzkörnern gemengt, welche wohl bisweilen so zahlreich auftreten, dass das ganze Gestein fast als ein Kalkquarzit erscheint; (z. B. gewisse Kalksteine von Hermsdorf in Sachsen, und von Tunaberg in Schweden); noch andere sind von edlem Serpentin durchflochten, welcher Nester, Flecke und Adern bildet, und den sogenannten Ophicalcit hervorbringt; wie z. B. der Kalkstein von Raspenau im Isergebirge, von Tunaberg in Södermanland und von Krokek in Oestergöthland. Sehr viele dem Gneisse untergeordnete Kalksteinlager sind aber durch eine grössere oder geringere Menge von accessorischen Bestandtheilen ausgezeichnet, unter welchen namentlich Grammatit u. a. Varietäten der Species Amphibol, Pyroxen, Wollastonit, Granat, Vesuvian, Skapolith, Chondrodit, Spinell, Korund, Flussspath, Apatit u. Graphit zu erwähnen sind. Einige Kalksteinlager sind auch mehr oder weniger mit Magneteisenerz, Bleiglanz, Zinkblende und anderen Erzen versehen, so dass sie zum Theil als wirkliche Erzlager betrachtet und abgebaut werden können*).

Der Kalksteinstock von Boden bei Marienberg enthält z. B. Glimmer, Oligoklas, Chondrodit, Muromontit, Magneteisenerz und Magnetkies; jener von Wünschendorf bei Lengefeld Glimmer, Skapolith, Strahlstein und Magneteisenerz. Der Kalkstein von Auerbach an der Bergstrasse führt Vesuvian, Granat, Epidot, Wollastonit, Hornblende, Quarz, Braunspath, Turmalin, Kupferkies und schuppigen Eisenglanz. Das Kalklager von Pargas unweit Åbo in Finnland umschliesst Glimmer, Pyroxen, Pargasit, Chondrodit, Moroxit, Flussspath und Graphit. Einige der kleinen Kalksteinstöcke bei Christiansand in Norwegen sind nach Scheerer dermaassen mit Granat und Vesuvian erfüllt, dass der Kalkstein stellenweise fast verdrängt wird. Berühmt wegen der Manchfaltigkeit ihrer Gemengtheile sind auch viele von den zahllosen Kalksteinlagern im Gneisse Schwedens; so z. B. das Lager von Åker in Södermanland, welches sehr reich an blauem Spinell ist und ausserdem noch Chondrodit, Rosellan, Grammatit, Skapolith, Titanit und edlen Serpentin enthält;

*) Vergl. über die in den Urkalksteinen vorkommenden Mineralien, Breithaupt, Paragenesis der Mineralien, S. 93 f.

das Lager von Gökum in Upland, mit Wollastonit und Loboit (einer Varietät des Vesuvians); das Lager von Lindbo in Westmanland mit Vesuvian, gelbem und braunem Granat, weissem Grammatit und schwarzer Hornblende, Skapolith, Pyroxen, Magneteisenerz und Molybdänglanz; eben so die Lager von Malsjö und Gullsjö in Wärmeland, und viele andere.

Manche im Gneisse Nordamerikas auftretende Kalklager übertreffen noch diese Schwedischen Vorkommnisse in der Manchfaltigkeit und Schönheit ihrer Mineral-Einschlüsse. Die Kalksteinbrüche von Bolton, Boxborough, Littleton, Acton, Carlisle und Chelmsford in Massachusetts liefern Skapolith, Pyroxen, Amphibol, Boltonit, Granat, Petalit, Spinell, Apatit, Titanit, Gadolinit, Amianth u. a. Mineralien. In dem Kalksteinlager von Two-Ponds in Orange-County in New-York finden sich Pyroxen, Zirkon, Titanit und Skapolith, von welchem letzteren ein 10 Zoll langer und 5 Zoll dicker Krystall vorgekommen ist, während in dem Marmorlager von Amity Spinellkrystalle bis zu 16 Zoll Durchmesser einbrachen, bei Hammond aber, in Lawrence-County ebendaselbst, unter den zahllosen Apatitkrystallen einer von 1 Fuss Länge und 18 Pfund Gewicht gefunden wurde.

Dass viele dieser im Urkalkstein eingewachsenen Krystalle eine merkwürdige Abrundung ihrer Kanten und Ecke nebst auffallenden Krümmungen ihrer Flächen zeigen, diess wurde bereits Band I, S. 446 und 667 erwähnt. Lewis Beck berichtet als eine interessante Thatsache, dass im Kalkstein von Hammond die Krystalle des Apatites, Feldspathes und Pyroxenes dieses geflossene Ansehen besitzen, während die mit ihnen vorkommenden Zirkonkrystalle nur zerbrochen sind. (*The American Journ. of sc. vol.* 46, *p.* 333.)

Graphit ist ein merkwürdiger Gemengtheil vieler Urkalksteine; er bedingt nicht nur die dunkle, blaulichgraue bis schwärzlichgraue Farbe mancher Varietäten, sondern ist auch bisweilen den weissen Varietäten in deutlichen Schuppen oder Körnern eingesprengt; so z. B. dem Kalksteine von Hellette in den Pyrenäen*), manchen Kalksteinen Mährens, dem von Brunn in Oesterreich, und vielen Kalksteinen Nordamerikas.

Endlich verdient es noch hervorgehoben zu werden, dass sogar manche der Urgneissformation angehörige Kalksteine einen mehr oder weniger auffallenden Gestank entwickeln, wenn sie mit dem Hammer angeschlagen werden. So nach Charpentier viele Kalksteine der Pyrenäen, nach Hoffmann der Kalkstein von La-Scala unweit des Capo Tindaro in Sicilien, nach Hitchcock die oben genannten Kalksteine aus Massachusetts, welche krystallinisch-grobkörnig aber fast immer, und zum Theil unerträglich stinkend sind.

Es wurde bereits bemerkt, dass die meisten dieser dem Gneisse untergeordneten Kalksteinmassen die Form von Lagern oder Lagerstöcken haben. Die Dimensionen derselben sind sehr verschieden, aber gewöhnlich nicht sehr bedeutend; ja, manche Kalkstöcke erscheinen

*) Welcher freilich nach Dufrénoy nur ein umgewandelter Kalkstein der Kreideformation sein soll.

fast nur als grosse Nieren. Dagegen kennt man auch einige Kalklager von meilenweiter Erstreckung.

Scheerer beschreibt aus der Gegend von Christiansand acht kleine Kalksteinstöcke, welche vom Gneisse auf das Schärfste abgesondert, aber so klein sind, dass er sie nur als Nieren aufführen zu können glaubt; blos die grössten sind so umfänglich, dass auf ihnen Kalkbrüche eröffnet werden konnten. Als Beispiele von sehr grossen Kalksteinablagerungen mögen folgende erwähnt werden. Nach Macculloch haben mehre im Gneisse von Pertshire aufsetzende Kalksteinlager eine Längenausdehnung bis zu 20 Engl. Meilen, weshalb er sie gar nicht mehr als untergeordnete Bildungen anerkennen will. Eben so erwähnt Horton ein Kalksteinlager in Orange-County (New-York), welches 20 Engl. Meilen weit bis an die Gränze von New-Jersey fortsetzt, und am Popelo's Pond eine natürliche Brücke von 80 F. Länge und 50 F. Breite bildet; (*Report on the geol. survey of New-York*, 1839, *p.* 139). Keilhau beschreibt aus dem Gneissdistricte Norwegens, welcher sich nördlich von Trondhjem 70 Meilen weit bis an den Saltenfjord erstreckt, die bedeutende stockförmige Kalkmasse von Bejern, welche sich über einen Flächenraum von zwei Meilen Länge und mehr als 1 Meile Breite ausdehnt; sie ist an ihren Gränzen durch Wechsellagerung mit dem Gneisse verbunden, und umschliesst selbst viele Stöcke von Granit. Eben so liegt unweit des Umavand bei Jordbroe im Gneisse ein sehr colossaler Kalksteinstock von halbmondförmiger Gestalt, in welchem die Prugla-Elv über $^1/_4$ Meile weit unterirdisch fortfliesst, da der Kalkstein von zahlreichen Höhlen und Canälen durchzogen ist; (*Gäa Norvegica,* Band I, S. 342 und 345). Bei Sala in Schweden liegt ein Kalkstock im Gneisse, welcher wenigstens anderthalb Meilen Länge und 9000 Fuss Breite hat. Ja nach Russegger soll diese Kalksteinablagerung überhaupt in einer Länge von 9 geogr. Meilen und in einer grössten Breite von 3 Meilen bekannt sein, und sich wie ein grosser Binnensee mit Buchten und Inseln, gebildet durch Ausläufer und Hervorragungen des Nebengesteins, in der Richtung von NO. nach SW. ausbreiten. (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 85.) Eines der grössten dem Urgneisse untergeordneten Kalksteinlager ist wohl dasjenige, welches sich in Oesterreich ob dem Manhartsberge vorfindet, aus Mähren über Drossendorf und Brunn bis nach Elsenreit 9 Meilen, ja, mit seiner Verlängerung bei Pögstall, über 10 Meilen weit verfolgen lässt, und dabei oft eine Mächtigkeit von ein paar tausend Fuss besitzt; (Basilius Werner, in Holgers Zeitschrift für Physik, Bd. VI, S. 15, und Partsch, Geognost. Charte des Beckens von Wien).

Die Stöcke und Lager von Kalkstein sind dem Gneisse zwar meistentheils ganz regelmässig eingeschichtet, auch an ihren Gränzen mit demselben gar häufig durch Wechsellagerung und selbst durch Gesteinsübergänge verbunden; desungeachtet aber sind in einzelnen Fällen Unregelmässigkeiten beobachtet worden, welche auf einen bisweiligen abnormen Gesteinsverband (I, 908) zu verweisen scheinen.

Diess wurde schon von Mohs hervorgehoben, indem er sagte, dass die Kalksteinstöcke des Gneisses zwar im Allgemeinen seiner Structur conform

sind, an einzelnen Stellen aber solche durchschneiden; was oft übersehen worden sei, aber wohl verdiene bemerkt zu werden; (Die ersten Begriffe der Min. und Geogn. II, 213). Macculloch erwähnt von der Insel Tirey kleine regellos gestaltete Marmorstöcke von etwa 100 F. Durchmesser, welche allseitig vom Gneisse umschlossen sind, aber regellos gestaltete Partieen (*lumps*) von Granit und Gneiss enthalten; (*Descr. of the Western Isl, I,* 49). Hoffmann beschreibt ein Kalksteinlager vom Capo di Scaletta unweit Messina, welches zwar im Allgemeinen durch Wechsellagerung mit dem Gneisse verbunden ist, obgleich an einer Stelle Kalksteintrümer und Gneisstrümer wunderbar durch einander schwärmen, an anderen Stellen aber der Gneiss sich in scharf geknickten Lagen nach den Umrissen des Kalksteines biegt; (Geognost. Beobb. auf einer Reise durch Ital. u. Sic. S. 326). Scheerer bemerkt, dass die vorhin erwähnten Kalksteinnieren bei Christiansand, welche als ringsum begränzte Massen im Hornblendgneisse eingeschlossen sind, zuweilen mit gangartigen Apophysen in ihr Nebengestein hinausgreifen, und hebt zugleich, in Betreff der Anordnung ihrer verschiedenen Bestandtheile, den sehr beachtenswerthen Umstand hervor, dass der Granat und Vesuvian unmittelbar an ihren Gränzen eine mehr oder weniger breite Einfassung bilden, innerhalb welcher der Marmor enthalten ist.

Bei solchen Erscheinungen, sagt Scheerer, fühlen wir uns unwillkürlich auf die Ansicht gedrängt, dass sich die Massen des Gneisses und Kalksteins anfangs gleichzeitig in einem weichen Zustande befanden, und dass der umgebende Gneiss zuerst erstarrte, während der Kalkstein noch weich blieb. Auch halten wir es für sehr wahrscheinlich, dass während der endlichen Erstarrung und Krystallisation des Kalksteins eine kleine Vergrösserung seines Volumens eintrat, wodurch jener auffallende Conflict mit den Wänden des umschliessenden Gneisses bedingt wurde, welcher sich in den Apophysen des Kalksteins und in den gegenseitigen Verflechtungen beider Gesteine zu erkennen giebt*). Denn in der That scheint bei solchen Vorkommnissen die Idee sehr plausibel, dass die Massen des Kalksteins in abgeschlossener Lagerung (I, 914) ringsum von den Massen des Gneisses umgeben waren, und erst nach dem Gneisse erstarrten und krystallisirten.

Es dürfte hier vielleicht der passendste Ort sein, um der Hypothese zu gedenken, welche manchen der sogenannten Urkalksteine und Urdolomite geradezu für ein eruptives Gestein erklärt. Sie ist neuerdings besonders von C. v. Leonhard geltend gemacht worden, nachdem schon früher Montlosier und Rozet ähnliche Ansichten für andere Kalksteine aufgestellt hatten. Leon-

*) Eine Vermuthung, welche auch Cotta angedeutet hat; Neues Jahrb. für Min. 1834, S. 335. Es wäre interessant, durch ein Experiment zu ermitteln, ob der kohlensaure Kalk im geschmolzenen Zustande ein kleineres Volumen hat, als im krystallisirten Zustande.

hard wurde durch ein Vorkommniss bei Auerbach an der Bergstrasse, wo der Kalkstein den Gneiss gangförmig durchsetzt, und an beiden Salbändern mit Vesuvian und anderen Mineralien erfüllt ist, auf die Vermuthung geleitet, dass dieser, und eben so wohl auch mancher andere Kalkstein ein eruptives Gebilde sein möge*). Ein solches wirkliches oder scheinbares gangartiges Auftreten von körnigem Kalkstein ist auch anderwärts unter zum Theil sehr merkwürdigen Verhältnissen beobachtet worden. So beschreibt E. Emmons äusserst interessante Erscheinungen, welche die körnigen Kalksteine in St. Lawrence-County im Staate New-York zeigen. Clarke berichtet von Kalksteingängen am Wollondilly in Argyle-County in Neu-Südwales, und Emilien Dumas von eben dergleichen Gängen im Granite der Cevennen**). Wir werden bei der Betrachtung der Granitformation auf diese Erscheinungen zurück kommen, bezweifeln es jedoch, dass durch selbige eine eruptive Bildung der betreffenden Kalksteine hinreichend bewiesen werde, obwohl es allen Anschein gewinnt, dass theils eine wirkliche Schmelzung, theils eine blose Umkrystallisirung von Kalksteinen Statt gefunden habe; was auch gegen eine solche Folgerung vom chemischen Standpuncte aus eingewendet werden mag. Für dieselbe Folgerung sprechen auch die von Hoffmann aus Sicilien, und von Scheerer aus der Gegend von Christiansand berichteten Erscheinungen.

Von dieser Annahme ist freilich nur noch ein Schritt bis zu dem Zugeständnisse der Möglichkeit eruptiver Kalksteine; auch würden wir, aller Einreden der Chemie ungeachtet, kein Bedenken tragen, diesen Schritt zu thun, sobald die geotektonischen Verhältnisse einer Kalkstein-Ablagerung jede andere Erklärung ausschliessen. Cotta hat am Miltitzer Kalkstein unweit Meissen Verhältnisse beobachtet, welche in der That eine eruptive Entstehung desselben anzudeuten scheinen; (Neues Jahrbuch für Min. 1834, S. 331 ff. und 1848, S. 688). Wie dem aber auch sei, jedenfalls ist es eben so unmöglich, die dem Gneisse untergeordneten Kalksteine für metamorphosirte sedimentäre Kalksteine, als für blose Zersetzungsproducte kalkhaltiger Silicate zu erklären. Und warum sollen sie nicht ursprüngliche Ablagerungen von kohlensaurem Kalke sein können, welche zugleich mit denen

*) Vergl. Neues Jahrb. für Min. 1833, S. 312, auch Cotta's Grundriss der Geognosie, S. 304, und die Abbildung dieses Ganges in v. Leonhard's populären Vorlesungen über Geologie, II, S. 215.

**) Wenn freilich Russegger von zwei Kalksteinlagern bei Bagschadschig am Taurus sagt: „dieselben durchbrechen die Schichten des Glimmerschiefers ganz lagerförmig, ohne sie zu durchsetzen, scheinen mir aber doch Gänge zu sein,“ so bleibt es wirklich räthselhaft, welches Kriterium die gangartige Natur und das Durchbrechen dieser Lagerstätten beweisen soll. Der Umstand, dass ihre Schichten (sie sind nämlich in sich selbst geschichtet) „ausgezeichnet und scharf wellenförmig gebogen sind,“ während die des Glimmerschiefers ebenflächig ausgedehnt erscheinen, kann doch unmöglich als ein Beweis ihrer durchgreifenden Lagerung gelten. Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 39. Auch der von Breislak (Lehrb. der Geognosie, I, 410) aus dem Gebirge von Crevola, am südlichen Fusse des Simplon, erwähnte Kalksteingang im Gneisse scheint der Beschreibung nach eher ein Lager, als ein Gang zu sein.

sie einschliessenden Gesteinen so gebildet wurden, wie sie gegenwärtig vor uns erscheinen? —

Dolomit ist zwar nicht so häufig als Kalkstein, dennoch aber, eben so wie dolomitischer Kalkstein (I, 662), hier und da im Gebiete des Urgneisses erkannt worden, wo er in der Form von Lagern und Stöcken auftritt, welche, wie die Kalksteinlager, an ihrer Gränze durch Wechsellagerung mit ihrem Nebengesteine verbunden sind.

So enthält nach Holger der Kalkstein von Brunn in Oesterreich fast 18 p. C. kohlensaurer Magnesia, und ist daher schon als ein dolomitischer Kalkstein zu betrachten. Der dem Gneisse eingelagerte sogenannte Kalkstein von Memmendorf bei Freiberg ist nach Merbach's Analysen fast ein vollkommener Dolomit. Böthlingk berichtet, dass auf den Schären bei Helsingfors Gneiss und Dolomit anfangs in zollstarken Lagen mit einander abwechseln, weiter aufwärts aber die Dolomitlager immer mächtiger und endlich vorherrschend werden, dabei sehr auffallende Windungen ihrer Schichten zeigen, und **Gneissstücke** von verschiedener Grösse und Lage umschliessen, so dass sich der Dolomit scheinbar „wie ein plutonisches Gebilde verhält, das beim Hervordringen aus der Tiefe Stücke des Nebengesteins mit sich fortriss; kaum aber treten im Hangenden die Gneissschichten wieder häufiger auf, so treten regelmässige Lagerung und Wechsel mit Dolomit wieder ein, welche jeden Gedanken an eine ungleichzeitige Bildung verdrängen;" (Neues Jahrb. für Min. 1840, S. 614). Diese merkwürdige Erscheinung erinnert an die abnormen Verhältnisse, welche vorhin von einigen Kalksteinlagern erwähnt worden sind. — Bei Sheffield in Massachusetts, bei Canaan in Connecticut, bei Sing-Sing in New-York und an mehren anderen Orten in den Vereinigten Staaten sind gleichfalls Dolomitlager im Gneisse bekannt.

Smirgel. Korund ist oben als ein bisweiliger accessorischer Gemengtheil des Urkalksteins genannt worden, und findet sich auch mitunter in recht schönen krystallisirten Varietäten, wie z. B. bei Newton in New-Jersey, bei Amity in New-York, und anderwärts in Nordamerika. Es kann uns daher nicht befremden, dasselbe Mineral auch hier und da in grösseren Massen und in körnig zusammengesetzten Varietäten, als sogenannten Smirgel, mit den Kalksteinen des Gneisses verbunden zu sehen.

Diess ist unter Anderem der Fall auf der Insel Naxos, wo der daselbst sehr verbreitete, dem Glimmerschiefer und Gneisse eingelagerte körnige Kalkstein Lager von Smirgel führt, welche gewöhnlich mit Magneteisenerz gemengt sind. Aehnliche Vorkommnisse kennt man auf Samos und bei Magnesia in Kleinasien. Indessen scheinen die meisten dieser smirgelhaltigen Kalksteine schon mehr in das Gebiet des Glimmerschiefers zu gehören.

Graphit. Wir lassen die Betrachtung der dem Urgneisse untergeordneten Graphitlager auf die des Kalksteins folgen, weil sie in der That bisweilen eine gesetzmässige Association mit diesem Gesteine erken-

Bayerische Staatsbibliothek München

nen lassen; doch kommen Graphitlager auch ohne Begleitung von Kalkstein im Gneisse vor, wie ja der Graphit schon als ein accessorischer Bestandtheil des Gneisses erwähnt worden ist.

So führt der Gneiss des Eulengebirges in Schlesien, nach Zobel und v. Carnall, bei Tannhausen und Bärsdorf Lager von unreinem Graphit; (Karstens Archiv, III, 50). Nach Zippe findet sich in Böhmen, im Budweiser Kreise zwischen Schwarzbach und Stubn, ein sehr bedeutendes, durch Bergbau aufgeschlossenes Graphitlager im Gneisse; (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 582). Hisinger erwähnt, dass in Westmanland in Schweden, sowohl bei Gillermarksberg als bei Löfvsved Graphit vorkommt, welcher zu technischen Zwecken benutzt wird; (Versuch einer mineral. Geogr. S. 151). Im Gneisse des Thales von Strath-Tarrar in Nordschottland finden sich nach Jameson Graphitstöcke, welche eine Zeit lang bebaut worden sind; der graphithaltige Gneiss der Vogesen zeigt stellenweise den Graphit in förmlichen Schichten concentrirt, welche sogar Versuche auf Steinkohlen veranlasst haben. — Aus Nordamerika erwähnen wir den Graphit von Sturbridge in Massachusetts, welcher nach Hitchcock ein ganz regelmässiges bis 2 Fuss mächtiges Lager im Gneisse bildet, ein vortreffliches Material liefert und daher stellenweise 60 bis 70 Fuss tief abgebaut worden ist. Andere dem Gneisse untergeordnete Graphitlager finden sich in demselben Staate bei Brimfield und North-Brookfield, wie denn auch in Connecticut, Vermont u. a. Staaten dergleichen bekannt sind.

Das oben erwähnte grosse Kalksteinlager von Brunn in Oesterreich ist nicht nur ganz gewöhnlich durch innige Beimengung von Graphit grau gefärbt, sondern es umschliesst auch Graphitlager, und wird im Hangenden und Liegenden von dergleichen Lagern begleitet, welche zum Theil als unreiner schiefriger Graphit im Gneisse auftreten, wie bei Krummau und Altpölla; die beste Sorte, welche recht gute Bleistifte liefert, wird im Carolischacht auf der Herrschaft Brunn gewonnen; (Holger, Zeitschrift für Physik, VII, 44 f.). Auch in Mähren ist nach Glocker das Vorkommen des Graphites besonders an den Kalkstein und Dolomit gebunden, welche durch ihn oft grau gefärbt sind; fehlt der Graphit diesen Gesteinen, so findet sich derselbe im angränzenden Gneisse oder Glimmerschiefer, weshalb Glocker der Ansicht ist, dass zwischen Kalkstein und Graphit ein genetischer Zusammenhang Statt findet. (*De Graphite Moravico, Wratisl.* 1840.)

Viele Geologen sind geneigt, auch diesen Graphit der Urgneissformation für Kohlenstoff organischen und insbesondere pflanzlichen Ursprungs zu erklären. Da nun aber der Kohlenstoff an und für sich doch nicht erst durch organische Processe hervorgebracht worden ist, da er, so gut wie alle übrigen Elemente, schon vor dem Dasein einer Pflanzenwelt existirt haben muss, so kann er ja wohl auch in diesen ältesten prozoischen Formationen ursprünglich in der Form von Graphit krystallisirt haben, und als solcher stellenweise angehäuft worden sein. Wenigstens dürfte die Ansicht, dass aller Graphit von organischer Abkunft sei, bis jetzt noch keinesweges als hinreichend erwiesen gelten.

§. 278. *Erzlagerstätten im Urgneisse; Fallbänder, Magneteisenerzstöcke.*

Die primitive Gneissformation ist in vielen Gegenden sehr reich an mancherlei Erzlagerstätten, wogegen sie anderwärts in dieser Hinsicht eine grosse Armuth offenbart. Dabei haben wir es jedoch an gegenwärtigem Orte nicht mit den Erzgängen, als fremdartigen und unabhängigen Bildungen, sondern lediglich mit den erzführenden Lagern und Lagerstöcken, als denen der Gneissformation wesentlich angehörigen und mit ihr organisch verbundenen Bildungen zu thun.

Wir finden zuvörderst, dass manche Schichten der Gneissformation, mögen sie nun aus Gneiss, oder aus Hornblendschiefer, Glimmerschiefer, oder einem anderen untergeordneten Gesteine bestehen, als erzführende Gesteinsschichten ausgebildet sind, indem sie sich mehr oder weniger reichlich mit metallischen Mineralien erfüllt zeigen, ohne doch durchaus, oder auch nur in ihrer vorwaltenden Masse aus dergleichen Mineralien zu bestehen. Zu diesen erzführenden Gesteinsschichten gehören z. B. die sogenannten Fallbänder im südlichen Norwegen, die Kobaltlager von Skutterud daselbst, die magneteisenerzreichen Schichten gewisser Gneissdistricte, und andere ähnliche Vorkommnisse.

In der Gegend von Kongsberg zeigt der Gneiss innerhalb eines Raumes von mehren Meilen Länge und anderthalb Meilen Breite die Merkwürdigkeit, dass gewisse seiner Schichten oder Schichtenzonen in meilenweiter Erstreckung, und mit nur wenigen Unterbrechungen, bald in geringerer bald in grösserer und z. Th. in mehren hundert Fuss Mächtigkeit, mehr oder weniger reichlich mit Eisenkies, etwas Kupferkies und Zinkblende versehen sind, welche meist in äusserst feinen und kaum sichtbaren Theilchen eingesprengt zu sein pflegen, so dass sie sich an der Gebirgsoberfläche bisweilen erst durch die, in Folge ihrer Zersetzung entstandene rostbraune Färbung des Gesteins zu erkennen geben. Diese, unter dem Namen der Fallbänder bekannten Gebirgsschichten erlangen für den Kongsberger Bergbau deshalb eine grosse Wichtigkeit, weil die quer durch die Schichten setzenden Silbergänge innerhalb der Fallbänder vorzüglich reich, ausserhalb derselben aber sehr arm an Silbererzen zu sein pflegen; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, II, S. 12 ff. und *Nyt Magazin for Naturvidensk. I*, S. 86 f.).

Auf ähnliche Weise wie diese Fallbänder hat man sich auch die sogenannten Kobaltlager von Skutterud vorzustellen; sie sind Schichtenzonen eines wesentlich aus Glimmer und Quarz bestehenden Gesteines, in welchen die Erze, hauptsächlich Glanzkobalt, Arsenkobaltkies und kobalthaltiger Arsenkies, mehr oder weniger reichlich eingesprengt sind, so dass erzhaltige und taube Partieen, erzführende und erzleere Schichten oder Streifen mit einander abwechseln; (Hausmann a. a. O. S. 85 f. Böbert in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 21, 1847, S. 215 f.).

Bayerische Staatsbibliothek München

Magneteisenerz kommt hier und da auf dieselbe Art vor, weit fortsetzende und mächtige Schichten zwar nur in eingesprengten Körnern, aber doch bisweilen reichlich genug erfüllend, um einen Gegenstand der Gewinnung zu bilden. Diess ist z. B. nach Malcolmson der Fall in Ostindien, östlich von Nirmul, wo das in Hornblendschiefer, Gneiss und Glimmerschiefer eingesprengte Erz durch Pochen und Waschen dieser Gesteine gewonnen und zur Bereitung des berühmten Damascener Stahles verarbeitet wird; (*Trans. of the Geol. soc.* 2. *ser. V*, *p*. 546).

Die Zinnerzlager von Pöbel unweit Altenberg sind ebenfalls in der Hauptsache Gneissschichten, in welchen einzelne, mehr quarz- oder glimmerreiche Lagen auftreten, welche Zinnerz, Arsenkies, Eisenkies, und einige andere, das Zinnerz gewöhnlich begleitende Mineralien eingesprengt enthalten. Nach Böbert sind auch das Zinnerzlager von Pitkäranda in Finnland und das Kobaltlager von Vena in Schweden als fallbandähnliche Lagerstätten zu betrachten, welche er überhaupt als eine besondere Classe von Erzlagerstätten eingeführt wissen will, da sie sich den Erzlagern nähern, ohne doch dergleichen zu sein. Ein Fallband, sagt er, könnte füglich der Anfang zu einem Lager, gleichsam ein halbfertiges Lager genannt werden; (a. a. O. S. 242).

An diese erzführenden Gesteinsschichten schliessen sich andere Bildungen an, welche gewissermaassen als eine Combination derselben mit eigentlichen Erzlagern zu betrachten sind, indem sie als solche Schichten und Schichtenzonen erscheinen, welche gewisse Erze nicht nur in eingesprengten Theilen, sondern auch zugleich in mehr oder weniger zusammengehaltenen Ablagerungen umschliessen.

Es ist besonders Magneteisenerz, welches solchergestalt in einigen Gegenden auftritt, und uns in dieser Ausbildungsweise einen wichtigen Fingerzeig darüber giebt, wie wir eigentlich das Verhältniss der mehr selbständig erscheinenden Magneteisenerzstöcke zu ihrem Nebengestein aufzufassen haben.

So enthält nach Dufrénoy der Gneiss bei Villefranche im Dep. de l'Aveyron eine Schichtenzone von grosser Längenausdehnung, in welcher der Glimmer fast gänzlich durch Magneteisenerz ersetzt wird, während sich dasselbe Erz zugleich in Lenticularstöcken angehäuft findet. Der mächtige Zug von Hornblendgneiss, welcher den Staat New-Jersey von NO. nach SW. bis an den Delaware durchsetzt, zeigt eine ähnliche Erscheinung, indem er nicht nur sehr viele und zum Theil weit fortsetzende Lager, sondern auch häufig eingesprengte Körner und Krystalle von Magneteisenerz umschliesst. Scheerer bemerkt, dass auch die in der Gegend von Arendal vorkommenden Magneteisenerzmassen in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zum Gneisse stehen, wie die Fallbänder bei Kongsberg, nur mit dem Unterschiede, dass das Erz sich hier an den meisten Stellen mehr concentrirt hat, als die Kiesarten der Fallbänder, und dass seine Massen keine so grosse Längenerstreckung besitzen.

Weit wichtiger als diese erzführenden Gesteinsschichten der Gneissformation sind die auf kleinere Räume concentrirten Erzmassen,

welche förmliche **Lager** und **Stöcke** bilden, und sich eben so durch den Reichthum an Erzen, wie durch die Manchfaltigkeit von anderen mit einbrechenden Mineralien als äusserst interessante Erscheinungen beurkunden. Besonders verdienen in dieser Hinsicht die Lager und Stöcke von **Magneteisenerz** hervorgehoben zu werden, welche in vielen Gegenden, zumal aber in Schweden, im südlichen Norwegen, in Nordamerika und in Algerien bekannt sind.

Auf diesen Lagern kommen mehr oder weniger auch Pyroxen, Granat, Amphibol, Pistazit, Glimmer, Chlorit, verschiedene Feldspathe, Quarz und Kalkspath vor, bald sparsam, bald in so vorwaltender Menge, dass sie, zugleich mit dem Magneteisenerze, (bisweilen auch mit Glanzeisenerz, etwas Pyrit, Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende) die Hauptmasse der Lagerstätte zu bilden pflegen. Neben diesen häufigeren Mineralien erscheinen aber auch viele andere Species mehr untergeordnet und sporadisch, so dass manche dieser Ablagerungen zu den reichsten Fundstätten des Mineralreiches gerechnet werden müssen*). Dabei scheint es, dass die **Stöcke** im Allgemeinen viel manchfaltiger zusammengesetzt sind, als die eigentlichen **Lager**, und dass diejenigen Magneteisenerzstöcke, in deren Zusammensetzung der **Kalkspath** eine wichtige Rolle spielt, vorzüglich reich an Granat, Pyroxen und anderen Kalksilicaten sind.

Wir können uns hier nicht auf eine Aufzählung aller der verschiedenen Mineralien einlassen, welche bereits in den verschiedenen Magneteisenerzlagern gefunden worden sind; doch glauben wir noch das nicht ganz seltene Vorkommen von **Zeolithen**, von **Apatit**, und das bisweilige Vorkommen von **Graphit**, **Asphalt** und einer **steinkohlenähnlichen** Substanz erwähnen zu müssen.

Das berühmte Lager von Dannemora (in Upland), so wie die Lager von Bispberg und Garpenberg (in Dalarne), von Norberg (in Westmanland) und einige andere führen zuweilen Asphalt, welcher derb und eingesprengt, oder auch in kleinen Kugeln, gewöhnlich in Begleitung von Quarz, und sogar mitten in Quarzkrystallen eingewachsen vorkommt. „Diese Erscheinung, sagt Hausmann, giebt den sichersten Beweis, dass das Bergpech zugleich mit dem Quarze auf dem Lager sich bildete, und dass also zu einer Zeit, in welcher die Natur zur Bildung organisirter Wesen noch nicht vorgeschritten war, doch schon eine Mineralsubstanz entstehen konnte, die wir am häufigsten aus der

*) Aus denen dem Scandinavischen Gneisse untergeordneten Magneteisenstöcken kennt man bereits über 80 verschiedene Mineralspecies, in welchen nicht weniger als 42 der bekannten Elemente enthalten sind. *Daubrée, Mém. sur les dépots metallifères de la Suède et de la Norvège, p.* 76.

Zersetzung animalischer oder vegetabilischer Körper hervorgehen sehen." (Reise durch Scandinavien, IV, S. 83.) Auf ähnliche Weise haben sich auch später Virlet u. A. dafür erklärt, dass wohl in manchen Fällen Bitumen und Bergöl ursprünglich aus ihren Elementen gebildet werden konnten, ohne dass es dazu organischer Körper bedurfte. — Dasselbe gilt wohl auch von dem als Apatit erscheinenden phosphorsauren Kalke, welchen man gewiss nicht von organischen Körpern ableiten kann, wenn er als accessorischer Gemengtheil der Gneisse und Granite, oder als ein Ingrediens dieser Magneteisenerzstöcke auftritt. Eine ganz andere Frage ist es freilich, ob der Asphalt und der mit ihm vorkommende Quarz auf diesen Stöcken als eine ursprüngliche, oder als eine secundäre Bildung zu betrachten ist.

Uebrigens wiederholt sich auf diesen Magneteisenerzstöcken die, bereits bei den Kalksteinstöcken bemerkte Erscheinung, dass die Krystalle mancher auf ihnen einbrechenden Mineralien eine geflossene Oberfläche zeigen. Bei Arendal kommt diess besonders häufig an den Krystallen des Granates, Augites und Apatites vor, zumal wenn sie von Kalkspath umgeben sind.

Die Form dieser Magneteisenerz-Ablagerungen ist nicht selten die eines regelmässigen Lagers, weit häufiger die eines lenticularen Lagerstockes, bisweilen aber so unregelmässig, dass sie sich kaum beschreiben lässt; ja manche Stöcke erscheinen als verworrene Geflechte von langgestreckten Nestern und Trümern, welche theils von Magneteisenerz, theils von anderen Mineralien oder MineralAggregaten gebildet werden. Diese Unbestimmtheit der Form wird noch durch die unbestimmte Begränzung der Stöcke gesteigert, indem solche sehr häufig durch allmälige Uebergänge mit ihrem Nebengesteine verbunden sind, welches gleichfalls mit Magneteisenerz und anderen Mineralien mehr oder weniger erfüllt ist, und solchergestalt ohne bestimmte Gränzflächen in den Erzstock verläuft. Auch finden sich bisweilen schon im Hangenden und Liegenden der Stöcke einzelne Lagen, Streifen oder Nester von ähnlicher Zusammensetzung ein.

Wie die Form so ist auch die Structur dieser Ablagerungen ziemlich verschieden; die regelmässigen Lager und manche Stöcke lassen eine lagenweise, ihren äusseren Begränzungsflächen ungefähr parallele Anordnung ihrer vorwaltenden Bestandtheile erkennen, während in anderen Stöcken die verschiedenen Mineralien und Aggregate ohne alle Regel in Nestern, Klötzen, Schalen und Trümern durch einander vorkommen.

Die Dimensionen der Magneteisenerz-Lagerstätten sind gleichfalls sehr verschieden; die Lager haben oft, bei einer Mächtigkeit von nur wenigen Fuss, eine recht bedeutende Ausdehnung in der Richtung des Streichens; die Stöcke erscheinen zuweilen nur als grosse Nieren, während sie in anderen Fällen eine Mächtigkeit von mehr als hundert Fuss,

und eine angemessene Ausdehnung im Streichen und Fallen besitzen *). Dass sie aber keinesweges in unbegränzte Tiefen fortsetzen, diess wurde bei vielen derselben durch den Bergbau erwiesen, mit welchem ihr unteres Ende zuweilen in unerwartet geringer Tiefe erreicht worden ist.

Bei vielen Magneteisenerzstöcken kommt es vor, dass der Gneiss in ihrer unmittelbaren Umgebung eine von seinem gewöhnlichen Habitus abweichende Beschaffenheit annimmt, indem er bald granitartig, bald glimmerschieferähnlich oder hornblendschieferähnlich, bald quarzitähnlich wird. Andere sind dergestalt mit Grünstein verknüpft, dass sie nur als integrirende Theile grösserer Grünsteinstöcke betrachtet werden können; (Taberg bei Jönköping). Noch andere werden von Kalkstein begleitet, welcher entweder im Hangenden oder im Liegenden derselben auftritt; wie z. B. auf Utöen, bei Dannemora, Longbanshytta und Persberg in Schweden.

Nicht selten werden die Magneteisenerzstöcke von Nestern, Trümern oder Adern durchschwärmt, welche bald aus Kalkspath, bald aus Feldspath oder aus grob- und grosskörnigem Granit bestehen. Ebenso werden sie bisweilen von mächtigen Schalen (*skölar*) durchzogen, die besonders aus Chlorit, Talk, Serpentin und anderen Magnesia-Silicaten bestehen, und gewöhnlich gebogene, glatte oder striemige, stark glänzende Ablosungsflächen besitzen.

Ueberblicken wir alle Verhältnisse dieser merkwürdigen Lagerstätten, berücksichtigen wir insbesondere ihre nahe Verwandtschaft mit den Fallbändern oder erzführenden Gesteinsschichten, die allmäligen Uebergänge derselben in ihr Nebengestein, ihr völliges Zuendegehen nach der Tiefe, so bleibt uns kaum eine andere Ansicht übrig, als die, dass eine gleichzeitige Bildung derselben mit ihrem Nebengesteine Statt gefunden haben müsse, dass sie als ursprünglich gebildete locale Anhäufungen von Magneteisenerz und anderen Mineralien innerhalb derjenigen Schichtenzonen zu betrachten sind, in welchen sie auftreten.

Diess ist auch die Ansicht von Hausmann, Scheerer und Daubrée in Bezug auf die Scandinavischen Magneteisenerzstöcke, während Petzholdt gerade in diesen Stöcken deutliche Beweise finden will, dass sie gleichzeitig mit den basaltischen Gesteinen als eruptive Gebilde in den Gneiss eindrangen; (Geologie 2. Aufl. S. 86). Henry Rogers will sogar die, als ganz regelmässige Schichten, von 6—12 Fuss Mächtigkeit und meilenweiter Er-

*) Der colossalste unter allen bekannten Magneteisenerzstöcken ist wohl der Gellivaraberg in Luleo-Lappmark, welcher, bei 16000 F. Länge, 8000 F. Breite und ein paar tausend Fuss Höhe fast ganz aus Magneteisenerz und Glanzeisenerz zu bestehen scheint.

streckung, dem Hornblendgneisse von New-Jersey eingelagerten Magneteisenerzlager für später injicirte pyrogene Gänge erklären, weil sie zuweilen, fast wie Basaltgänge, eine Anlage zu transversaler säulenförmiger Absonderung zeigen, welche Erscheinung ihm *a strong argument* für ihre pyrogene und eruptive Entstehung zu sein scheint; (*Rep. on the geol. survey of the State of New-Jersey*, 1836, *p.* 132 ff.) und *Silliman Amer. Journ. vol.* 41, 1841, *p.* 173). Dennoch aber sagt er, dass die in Morris Co. wenigstens 10 Engl. Meilen fortsetzenden Lager nirgends die Schichten durchschneiden, sondern ihnen überall vollkommen parallel sind, dass sie nur äusserst geringe Unregelmässigkeiten zeigen, und dass das Magneteisenerz selbst als ein charakteristischer Bestandtheil der ganzen Formation zu betrachten sei; auch ist das unmittelbare Nebengestein oft sehr glimmerreich, wie diess bei manchen Magneteisenerzlagern Scandinaviens gleichfalls vorkommt. Vom Taberge bei Jönköping in Schweden, der als eine langgestreckte, mit Magneteisenerz erfüllte Grünsteinkuppe einige hundert Fuss hoch über dem Gneisse aufragt, und an seinem südlichen Absturze fast nur aus Magneteisenerz besteht, bemerkt Hausmann, dass er „ein mit vielem Magneteisenerz gemengtes Grünsteinlager von sehr grosser Mächtigkeit ist, welches, den zerstörenden Einwirkungen mehr als der angränzende Gneiss trotzend, als isolirtes Stückgebirge aus der übrigen Gebirgsmasse hervorragt.“ (Reise durch Scandinavien, I, S. 165). Mit dieser Ansicht Hausmanns stimmt auch Hisinger ganz überein, wogegen Andere geneigt sind, den Taberg für ein eruptives Gebilde zu erklären.

§. 279. *Lagerstätten von anderen Eisenerzen, Kupferkies, Glanzkobalt und Bleiglanz.*

Ausser den Magneteisenerzlagern finden sich im Urgneisse auch mancherlei andere Erzlagerstätten, unter welchen wir zuvörderst der Lager von Glanzeisenerz oder Rotheisenerz gedenken wollen. Wie sich nämlich schon auf manchen Magneteisenerzlagern zugleich neben dem Magneteisenerze auch so viel Glanzeisenerz (Eisenglanz) einfindet, dass ihre Erzmasse ein Gemeng von beiden Erzen darstellt (Norberg in Westmanland), so kommen auch Lager vor, in welchen das Glanzeisenerz als das alleinige oder doch vorwaltende Erz auftritt.

So z. B. im Grangjärde-Kirchspiel in Dalarne, wo der Grengesberg einen unerschöpflichen Vorrath von Eisenerz umschliesst; nahe bei einander streichen dort eine Menge von Lagern, welche hauptsächlich aus körnigem, nur sehr wenig magnetischem Eisenerze, zum Theil aber auch aus wirklichem Magneteisenerze bestehen. Das erstere, wesentlich von Eisenoxyd gebildete Erz ist innig mit Quarz gemengt, und hält sehr viel eingesprengten Apatit; auch kommen dort Flussspath, Amethyst, Strahlstein, Feldspath, schwarzer Glimmer und Grengesit vor. Auf dem Häcksberge bei Persbo besteht ein Lager vorzüglich aus kleinschuppigem Eisenglanz; (Hisinger Min. Geogr. S. 68). Das Lager der Fehnsgrube bei Porsgrund in Norwegen unterschei-

det sich dadurch von anderen Norwegischen Eisenerzlagern, dass es nicht Magneteisenerz, sondern fasriges, dichtes und ockriges Rotheisenerz führt; eigentlich ist dasselbe nur eine Zone von feldspathreichem Gneiss, welcher durch und durch von Eisenoxyd imprägnirt ist, das sich auch stellenweise in grösseren und kleineren Nestern concentrirt hat; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, I, 222).

Dagegen sind Lagerstätten von Brauneisenerz wohl als sehr seltene Erscheinungen im Gebiete des Urgneisses zu betrachten.

Delanoue erwähnt z. B. einen sehr bedeutenden Stock von Brauneisenerz im Gneisse bei Saint-Jory-de-Chaleix unweit Nontron im Dep. der Dordogne; (*Bull. de la soc. géol. t.* 8, *p.* 99).

Erzlagerstätten, in denen Eisenkies (Pyrit) als vorwaltendes Material auftritt, weshalb sie auch gewöhnlich als Kieslager bezeichnet werden, sind gleichfalls hier und da im Gneisse beobachtet worden.

Sie schliessen sich an die kieshaltigen Fallbänder an, und scheinen auch in der That oft gar nichts Anderes zu sein, als Gneissschichten, welche mit Kiesen imprägnirt und stellenweise dermaassen erfüllt sind, dass sie daselbst das Ansehen von förmlichen Kieslagern erhalten. Schottland, Gegend von Freiberg.

Lager mit Kupfererzen, unter denen zumal Kupferkies vorwaltet, kennt man mehrfach, und z. Th. von so ansehnlichen Dimensionen, dass sie den Gegenstand eines bedeutenden Bergbaues bilden. Berühmt sind die Lagerstätten von Garpenberg und Fahlun in Dalarne, sowie jene von Tunaberg in Södermanland, mit welchen letzteren die Lager von Håkansboda in Westmanland eine grosse Aehnlichkeit, und die von Riddarhytta wenigstens insofern einige Uebereinstimmung zeigen, als sie neben den Kupfererzen auch Glanzkobalt führen. Ueberhaupt aber lassen diese Kupferlager Schwedens ähnliche Verhältnisse der Form, der Verknüpfung mit dem Nebengesteine, und zum Theil eine eben so vielfältige Zusammensetzung erkennen, wie die Magneteisenstöcke; einige derselben sind an Kalksteinlager gebunden, andere zeigen die Eigenthümlichkeit, dass der Gneiss in ihrer unmittelbaren Umgebung eine glimmerschieferartige Beschaffenheit annimmt.

Diess letztere ist z. B. der Fall mit dem Lager von Garpenberg, welches aus mehren, aneinander gereihten langgestreckten Nieren besteht, die von Glimmerschiefer umgeben werden, der weiter auswärts in Gneiss übergeht. Die Erze sind Kupferkies, Kupferglanz, Eisenkies, selten etwas Bleiglanz und Zinkblende.

Die vielbesprochene Lagerstätte von Fahlun besteht eigentlich aus einer colossalen stockartigen Masse, welche sich, bei ziemlich unregelmässiger Form, nach der Tiefe etwas verschmälert, und zuletzt nach unten stumpf auskeilt oder

abrundet*). Dieser Hauptstock wird zunächst von mächtigen Schalen umhüllt und durchzogen, die hauptsächlich aus schiefrigem Talk, Chlorit und Glimmer bestehen; dasselbe ist mit einigen kleineren Stöcken der Fall. Das, diese Stöcke und ihre Schalen unmittelbar beherbergende, Nebengestein ist ein grauer splittriger Quarzit, auf welchen weiterhin Glimmerschiefer folgt, der sich endlich an den herrschenden Gneiss der Gegend anschliesst. — Die Erzstöcke bestehen vorzüglich aus Eisenkies, Magnetkies und Kupferkies, welche dergestalt vertheilt sind, dass nach Innen die Eisenkiese vorwalten, der Kupferkies dagegen mehr nach aussen hin auftritt; Bleiglanz und Zinkblende finden sich minder häufig, doch soll der erstere nach der Tiefe hin zunehmen; dieselben Erze kommen auch eingesprengt in der Masse der Schalen und in dem sie begränzenden Quarzite vor. Ausserdem aber sind die, meist 1 bis 10 Klafter mächtigen äusseren Schalen mit mancherlei Mineralien erfüllt, von denen wir nur Magneteisenerz, Automolit, Granat, Cordierit, Fahlunit, Serpentin, Amphibol, Anhydrit, und Dolomit anführen.

Bei Tunaberg sind es mehre Kalksteinlager, in welchen die Erze ganz vorzüglich vorkommen. Der dortige Kalkstein zerfällt nämlich in vier Varietäten, je nachdem er besonders mit Serpentinkörnern, oder mit Quarz, oder mit Skapolith und Malakolith, oder endlich mit sehr viel Kokkolithkörnern nebst etwas dunkelgrünem Glimmer und Graphit gemengt ist. Diese letztere Varietät, deren Lager mit den anderen drei Varietäten und mit Gneiss abwechseln, ist als der eigentliche erzführende Kalkstein zu betrachten. In der Hauptgrube streichen seine Lager, eben so wie die übrigen, von NNW. nach SSO., und fallen 16 bis 35° in Ost. Wie nun schon der Gneiss im Hangenden des Hauptlagers oft bedeutend weit aufwärts Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende und stellenweise selbst Glanzkobalt eingesprengt hält, so ist es auch vorzüglich der hangende Theil dieses Lagers, in welchem die beiden wichtigsten Erze, Kupferkies und Glanzkobalt, besonders reichlich auftreten, denen sich auch, ausser den übrigen bereits genannten Mineralien, noch Magnetkies, brauner Quarz und Orthoklaskrystalle zugesellen. Auch in einigen der tieferen Kalksteinlager sind die Erze auf ähnliche Weise, obgleich in weit geringerer Menge nachgewiesen worden. (*A. Erdmann, Försök till en geognostisk-mineralogisk beskrifning öfver Tunabergs Socken*, 1849, S. 27 ff.)

Auch **Bleiglanzlager** finden sich im Gebiete des primitiven Gneisses, obwohl sie nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen gehören. Sie scheinen gleichfalls besonders an Kalkstein gebunden zu sein, und beherbergen eine ziemliche Manchfaltigkeit von Mineralien, so dass sie in dieser Hinsicht den übrigen Erzlagerstätten wenig nachstehen dürften. Vorzüglich bekannt sind die Lagerstätten von Sala in Westmanland und

*) Der Hauptstock reicht nämlich bis zu 188 Klaftern hinab, wo er völlig zu Ende geht; bei 40 bis 50 Klafter Tiefe erreicht er seine grössten Horizontaldimensionen, von 160 Klafter in der Richtung NO.—SW., und 140 Klafter in der Richtung NW.—SO.

von Vestra-Silberberg in Norrberkes Kirchspiel in Dalarne; doch ist auch mancher andere Blei- und Silberbergbau Schwedens auf ähnlichen Lagern betrieben worden.

Die Gegend von Sala besteht aus granitähnlichem Gneiss, in welchem ein fast anderthalb Meilen langes und stellenweise an 10000 Fuss breites Kalkfeld, also ein sehr colossaler Kalkstock eingeschlossen ist, welcher jedoch in seiner Mitte dermaassen contrahirt erscheint, dass er fast in zwei hinter einander liegende Stöcke zerfällt, von denen der südwestliche die Erzlager umschliesst. Das allgemeine Einschiessen ist nach NW. gerichtet, wo der Kalkstein von Hornblendschiefer bedeckt wird, während er in SO. auf Gneiss liegt, und daselbst viele Lager von Felsit oder Hälleflinta enthält.

Dieser Kalkstein ist graulich- und grünlichweiss, sehr fein- bis grobkörnig, wird von vielen schmalen Grünsteingängen durchsetzt, und bildet da, wo die Erzlager vorkommen, eine ziemlich scharfe Mulde, längs deren Kiel der sogenannte Storgrufvagang, ein mächtiger, flach nach W. fallender Gang eines serpentinartigen und talkschieferähnlichen, mit vielen langgezogenen Linsen und Ellipsoiden von Kalkstein erfüllten, aber erzleeren Gesteines aufsetzt, wie denn überhaupt dergleichen talkige Gesteinsschalen (*skölar*) auch ausserdem vielfältig vorhanden sind. Die Schichten des Kalksteins werden durch Zwischenlagen abgesondert, welche aus Talk, Salit und Kalkspath bestehen, und sich gegen den Storgrufvagang noch mit Serpentin, Chlorit und Hornblende erfüllen. Die an diesen Gang angränzenden Theile mehrer Kalksteinschichten sind es nun, in denen die Erze eigentlich vorkommen, daher man denn zu beiden Seiten des Ganges besonders acht Erzlager kennt, deren Erzgehalt in seiner Nähe am grössten zu sein pflegt, und mit der Entfernung von ihm allmälig abnimmt. Silberhaltiger Bleiglanz ist das Haupterz; ein sehr häufiger Begleiter ist Zinkblende; ausserdem finden sich Eisenkies, Arsenkies und Magnetkies; selten fanden sich Silber, Antimon, Amalgam, Zinnober, Kupferkies und Magneteisenerz. Zugleich mit diesen Erzen kommen Kalkspath, Talkspath, Baryt, Quarz, Glimmer, Chlorit, Felsit, Granat, Malakolith, Strahlstein, Grammatit, Asbest, Bergkork und Serpentin vor. Die Schalen, welche nur selten Erze führen, bestehen vorzüglich aus grünem schiefrigem Talk mit Quarz, Felsit, Salit, Serpentin und Asbest; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, IV, S. 268 ff., und *Forselles*, *Berättelse om Sala-Silfververk,* 1818, S. 25 ff.).

Wir haben geglaubt, einige dieser merkwürdigen Lagerstätten ausführlicher beschreiben zu müssen, um dem Leser eine Vorstellung von ihrer Zusammensetzung und die Ueberzeugung zu verschaffen, dass die meisten derselben nach allen ihren Verhältnissen nur als gleichzeitige Bildungen mit ihrem Nebengesteine betrachtet werden können.

§. 280. *Lagerung und Architektur der Urgneissformation.*

Nachdem wir die wichtigsten vorherrschenden und untergeordneten Gebirgsglieder kennen gelernt haben, welche die primitive Gneissformation zusammensetzen, liegt uns noch die Aufgabe vor, die allgemeine

Lagerungsform und Architektur derselben zu schildern, so weit solche in einigen von denjenigen Ländern erforscht worden sind, wo diese Formation in grosser Ausdehnung entblösst ist.

Freilich sind bis jetzt nur in wenigen Gegenden umfassende und zusammenhängende Studien über die geotektonischen Verhältnisse der Urgneissformation angestellt worden; selbst die im Herzen Teutschlands gelegene Gneissregion des Erzgebirges ist in dieser Hinsicht noch sehr unvollständig bekannt, und es möchte noch vieler Arbeiten bedürfen, bevor wir zu einer gründlichen Erkenntniss der Architektur auch nur eines der grösseren Gneissdistricte gelangt sein werden. Es stellen sich aber auch der Erforschung gerade dieser Formation ganz eigenthümliche Schwierigkeiten entgegen, welche nur durch äusserst sorgfältige und detaillirte, auf guten Specialcharten ausgeführte Untersuchungen besiegt werden können. Die meisten dieser Schwierigkeiten entspringen aus dem vielfältigen Wechsel der Gesteine und Gesteinsvarietäten, aus denen, sowohl in der Richtung des Streichens als in anderen Richtungen Statt findenden Gesteins-Uebergängen, und aus den häufigen localen Unregelmässigkeiten der Gesteinsstructur und der Schichtenstellung, indem gerade durch diese Verhältnisse die Verfolgung und Abgränzung der einzelnen Schichten und Schichtenzonen, so wie die Auffindung der allgemeinen Gesetze des Felsenbaues ganz ausserordentlich erschwert wird.

Im Allgemeinen lässt sich wohl behaupten, dass diese Schwierigkeiten in solchen Gegenden einen besonders grossen Einfluss ausüben, wo die Schichten eine sehr geringe Neigung haben, weil daselbst das Streichen und das Fallen häufigere Schwankungen zu zeigen pflegen, und weil kleine Aenderungen des Fallens einen weit stärkeren Effect auf die Horizontalprojection der Erscheinung ausüben, als diess in anderen Gegenden der Fall ist, wo die Schichten eine steile oder fast verticale Lage haben. Auch werden bei geringem Fallen die quer auf die Streichlinie der Schichten hervortretenden Uebergänge innerhalb sehr breiter Zonen enthalten sein, wodurch die objective Unsicherheit und das subjective Schwanken des Beobachters einen grösseren Spielraum gewinnen muss. Daher hat man denn auch zunächst den steileren Schichtenzonen der Gneissdistricte seine Aufmerksamkeit zuzuwenden, und von ihnen aus die Untersuchung in die übrigen Regionen zu verfolgen.

Die bis jetzt gewonnenen Resultate über die Lagerung und Architektur der grösseren Urgneiss-Territorien lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1) Die Urgneissformation bildet überall, wo sie hervortritt, die tiefste unter allen geschichteten Formationen; sie wird gewöhnlich zunächst von mächtigen Ablagerungen der Urschie-

ferformation umgeben und bedeckt, welche in der Regel nach unten aus Glimmerschiefer, nach oben aus Thonschiefer bestehen, und meist in concordanter Lagerung dem Gneisse aufgelagert sind.

Hiermit dürfte wohl das allgemein herrschende Lagerungsgesetz der Urgneissformation ausgesprochen sein. Eine Unterlagerung oder Unterteufung des Urgneisses in grösserem Maassstabe ist bis jetzt wohl nur durch typhonische Granitstöcke beobachtet worden, welche sich nach allen ihren Verhältnissen als jüngere und eruptive Bildungen zu erkennen geben.

2) Die Urgneissformation wird aus dem Gneisse, nach welchem sie benannt ist, und aus den wichtigeren untergeordneten Gesteinen, zu welchen namentlich Granit, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer und Quarzite gehören, besonders auf zweierlei verschiedene Weise zusammengesetzt.

In manchen Gegenden nämlich ist der Gneiss so durchaus vorwaltend, dass er allein über weit ausgedehnten Flächen erscheint, innerhalb welcher die langweilige Einförmigkeit der Zusammensetzung nur durch den öfteren Wechsel der Gneiss-Varietäten, oder auch durch sporadisch auftretende untergeordnete Einlagerungen anderer Gesteine einigermaassen unterbrochen wird; (Erzgebirge).

Dabei scheint es jedoch, dass gewisse herrschende Gneiss-Varietäten an bestimmte Verbreitungsgebiete gewiesen sind, wie sich diess z. B. im nördlichen Theile des Freiberger Gneissfeldes sehr entschieden zu erkennen giebt*), und auch in anderen Gegenden des Erzgebirgischen Gneiss-Territoriums bestätigt, wo H. Müller noch neuerdings das Vorkommen zweier Hauptvarietäten, nämlich des grauen und des rothen Gneisses innerhalb bestimmter Regionen nachgewiesen hat**). Die Hauptmasse des grauen Gneisses nimmt nach Müller's Beobachtungen den nordöstlichen und östlichen Theil des Territoriums ein, während im westlichen und südwestlichen Theile der rothe Gneiss sehr verbreitet ist. Der Gränzverlauf zwischen diesen beiden Hauptgliedern stimmt weder mit der Architektur des einen noch des andern überein, sondern erweist sich mehr oder weniger transversal zu der Streichrichtung der beiderseitigen Schichten. — Auf ähnliche Weise hat schon früher A. Erdmann in Tunaberg's Kirchspiel in Schweden grauen und rothen Gneiss, als ein paar bestimmt gesonderte Varietäten in der Zusammensetzung des dortigen Gneisslandes unterschieden.

In anderen Gegenden findet über grosse Flächen eine so unaufhörlicne Wechsellagerung verschiedener Gesteine Statt, dass man bisweilen kaum zu entscheiden vermag, welche derselben als vor-

*) Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen etc. von Naumann und Cotta, Heft II, S. 71 ff.

**) Neues Jahrbuch für Min. 1850, S. 592 ff.

waltende, und welche als untergeordnete Gesteine betrachtet werden sollen. Gneiss, bald als Glimmergneiss, bald als Hornblendgneiss, Granit, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer und alle die manchfaltigen Uebergangsglieder dieser Gesteine wechseln theils in einzelnen Lagen und Schichten, theils in mehr oder weniger mächtigen Zonen dergestalt mit einander ab, dass der, rechtwinkelig über die Schichten hingehende Beobachter beständig aus einem Gesteine in das andere gelangt.

Diese Art der Zusammensetzung, welche sich oft in sehr grossem Maassstabe ausgebildet findet, ist z. B. für viele Gneissregionen Norwegens, Schwedens und Finnlands sehr charakteristisch. Eine vielfache Einschaltung von Glimmerschiefer im Gneisse an der Gränze gegen die Urschieferformation ist übrigens eine auch in anderen Gneiss-Territorien vorkommende Erscheinung.

Während sonach der Granit, der Glimmerschiefer und der Hornblendschiefer bisweilen einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Urgneissformation haben, so pflegen dagegen die übrigen, in den §§. 276 und 277 aufgeführten Gesteine und die Erzlager ihren untergeordneten Charakter niemals aufzugeben, indem solche immer nur in verhältnissmässig kleineren Ablagerungen auftreten, welche zwar hier und da in grösserer Anzahl zu Gruppen oder Zügen concentrirt sein können, ohne doch deshalb einen sehr vorwaltenden Antheil an der Zusammensetzung des Territoriums überhaupt zu gewinnen.

3. Die Lagerungsform und die innere Architektur der Urgneissformation dürften besonders auf zwei grosse Hauptformen zurückzuführen sein. Die eine dieser Formen lässt sich vielleicht als ein kuppelförmiges Schichtensystem in der weitesten Bedeutung des Wortes bezeichnen.

Die, innerhalb eines mehr oder weniger grossen, abgeschlossenen Raumes auftretende Gneissformation zeigt nämlich in der mittleren Region dieses Raumes eine horizontale oder unbestimmt schwebende Schichtenlage, während gegen die Gränzen desselben die Schichten eine immer entschiedenere exokline Stellung annehmen (I, 924).

Die Contoure solcher Gneissdistricte können sehr verschiedenartig hervortreten; sie können bald rundlich, bald langgestreckt, bald polygonal sein, und sogar grosse aus- und einspringende Winkel zeigen. Das Wesentliche ist, dass die Schichten an den Gränzen nach aussen fallen, im Innern dagegen eine mehr schwebende Lage behaupten. Damit ist es übrigens recht wohl vereinbar, dass auch mitten in dem Bereiche eines

solchen Gneissgebietes hier und da steile, oder antikline und synkline Schichtenzonen vorkommen.

In dem grossen Erzgebirgischen Gneissterrain scheint eine solche Architektur vorzuliegen, obgleich im Erzgebirge selbst nur die nordwestliche Hälfte des ganzen Systems zu Tage austritt, die südöstliche Fortsetzung desselben aber grösstentheils unter den jüngeren Bildungen des Leitmeritzer Kreises in Böhmen begraben liegt, unter welcher sie nur stellenweise, wie z. B. bei Bilin, Czernoseck und Milleschau hervortaucht. Der ursprüngliche Zusammenhang beider Hälften ist durch die Erhebungen des Erzgebirges aufgehoben worden, welche mit der Bildung einer grossen, von Tetschen nach Eger laufenden Spalte eingeleitet wurden, worauf der nordwestlich an dieser Spalte liegende Theil der Erdkruste aufwärts gedrängt und zu demjenigen Wallgebirge ausgebildet wurde, welches den Namen des Erzgebirges führt. Der herausgetriebene Bruchrand des so emporgestiegenen Landes erscheint uns gegenwärtig als der südöstliche Steilabfall des Erzgebirges, und in ihm tritt auch von Tyssa bis jenseits Klösterle die Gneissformation unbedeckt zu Tage aus, während der, auf der Südseite der Spalte in der Tiefe zurückgebliebene Theil derselben sogleich am Fusse des Gebirges, von den Schichten der Kreideformation und der Braunkohlenformation bedeckt erscheint.

Das kleine Gneissgebiet auf Dovrefjeld in Norwegen, in dessen südlichem Theil der Snöhättan aufragt, scheint die Architektur eines ziemlich regelmässigen und in sich abgeschlossenen kuppelförmigen (oder vielleicht kegelförmigen) Schichtensystems zu besitzen, so weit meine eigenen Beobachtungen zu einer ungefähren Kenntniss des Schichtenbaues in diesen unwirthbaren Gegenden gelangen liessen*).

Dagegen zeigt das Gneissgebiet, in dessen Bereich die Stadt Bergen liegt, ganz entschieden ein halb elliptisches oder parabolisches, nach Osten geschlossenes Schichtensystem, welches sich in seinem westlichem Verlaufe über die, jenseits des Bukkefjordes und Gjeltefjordes liegenden Inseln verfolgen lässt, worauf es weiterhin unter den Meeresspiegel hinabsinkt; (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 175 f.).

Eine zweite Lagerungsform der Urgneissformation ist diejenige, da sie in sehr mächtigen und weit fortsetzenden Zonen auftritt, innerhalb deren eine sehr steile, bald parallele, bald antikline oder synkline Schichtenstellung, und gewöhnlich auch ein häufiger Wechsel der Gesteine waltet, welcher letztere theils in der Richtung des Streichens, theils in einer darauf rechtwinkeligen Richtung Statt findet, und im ersteren Falle entweder durch Gesteinsübergänge, oder durch die Einschaltung neuer Schichten vermittelt wird.

*) Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 321 ff. Doch muss ich bemerken, dass Keilhau in seiner trefflichen Abhandlung über den Bau der Felsenmasse Norwegens (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 403) Zweifel gegen die Richtigkeit meiner damaligen Auffassung ausgesprochen, und das ganze System des Snöhättan mit in den Schieferdistrict von Dovrefjeld aufgenommen hat.

Diese Architektur gehört unstreitig zu den merkwürdigsten Erscheinungen der Gebirgswelt; sie ist aber nicht nur auf die eigentliche Urgneissformation beschränkt, sondern setzt sich auch bisweilen noch in das angränzende Gebiet der Urschieferformation fort, so dass Schichtensysteme von 10, 20 und mehren geographischen Meilen Breite und einer angemessenen Längenausdehnung auf eine solche Weise zusammengesetzt sind, dass ihre Schichten nicht über und unter, sondern neben einander, gleichsam wie dicht an einander schliessende Mauern, immer nach derselben Weltgegend fortstreichen. Keilhau, welcher diesen Felsenbau in vielen Norwegischen Gneissdistricten nachgewiesen hat, bemerkt mit Recht, dass wohl in solchen Fällen eine Fortsetzung der Schichten auch in sehr grosse Tiefe vorausgesetzt werden müsse, weil es doch ganz undenkbar sei, dass z. B. in einem 20 Meilen breiten Schichtensysteme dieser Art, gegen dessen Breite die Höhen und Tiefen der Oberfläche fast verschwindende Grössen sind, und dessen Oberfläche daher als fast horizontal vorzustellen ist, die steil neben einander hinziehenden Schichten nur als ganz oberflächliche schmale Bänder, und nicht vielmehr als sehr tief hinabreichende Parallelmassen ausgedehnt seien*).

Uebrigens ergiebt sich aus den Beobachtungen, welche Keilhau namentlich über die ausgedehnten Gneissregionen des südlichen Norwegen zusammengestellt hat, dass in einer und derselben grossen Region mehre, nach verschiedenen Richtungen ziehende dergleichen Schichtensysteme auftreten können, welche an ihren Enden durch mehr oder weniger rasche Umbiegungen in einander verlaufen; dass aber auch hier und da, innerhalb kleinerer Regionen, die auffallendsten Biegungen und Windungen der Schichten vorkommen, welche in Bezug auf ihr Streichen und Fallen nichts als Verwirrung erkennen lassen. Dieser ganz eigenthümliche Felsenbau ist übrigens nicht nur in Norwegen, sondern auch in Schweden, Finnland, Nordamerika, Brasilien u. a. Ländern nachgewiesen worden.

Aehnliche Beobachtungen veranlassten wohl schon Heim zu der Bemerkung, dass der Granit mit allen seinen verwandten Lagern, also mit dem Gneisse, dem Glimmerschiefer, den Hornblendgesteinen ein zu gleicher Zeit gebildetes Ganzes ausmache, und dass die Anordnung und der Bau dieser Lager gänzlich von der Einrichtung verschieden sei, die in Flötzgebirgen Statt findet. Die Lager der Flötzgebirge liegen über, die der primitiven

*) Nyt Magazin for Naturvidensk. IV, S. 284, und Neues Jahrbuch für Min. 1846, 848.

Gebirge stehen neben einander; (Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, 1. Abth. 1798, S. 333 und 335).

Ueber den Felsenbau Finnlands sprach sich v. Engelhardt dahin aus, dass das geflochtene Gefüge des Granitgneisses und Gneiss-Syenites (Hornblendgneisses) im Kleinen ein Bild von der Verbindung der Massen im Grossen gewähre. Wie dort körniges und schiefriges Gestein, so winden sich hier die Felsmassen durch einander. Sämmtliche Gesteine haben stark geneigte Schichten von 30 bis 90°, und sind nicht sowohl über einander gelagert, als neben einander gestellt. Die vollkommen schiefrigen Gesteine streichen meist hor. 3, und fallen in Südost, und diess ist auch im Allgemeinen die Längenrichtung der übrigen Massen, obwohl sie sich vielfach krümmen. So lassen sich denn in der Breite von Torneå bis Wiborg besonders fünf mächtige Zonen nachweisen, in welchen abwechselnd Glimmergesteine und Hornblendgesteine die Oberhand gewinnen; (Darstellungen aus dem Felsgebäude Russlands, 1820, S. 20).

Aeusserst wichtig sind die Betrachtungen, welche v. Eschwege über die Urgneissformation Brasiliens mitgetheilt hat.

Bei Rio-de-Janeiro, sagt er, wechseln fortwährend Gneiss, Granitgneiss, Gneissgranit, Granit, Syenit, Glimmerschiefer und Hornblendgesteine. Dieselben Gesteine erstrecken sich aber, nach denen vom Prinzen von Neuwiedt, von v. Spix und Martius, von Mawe, Sellow, Freireis und Anderen angestellten Beobachtungen längs der Küste nördlich bis nach Bahia, und südlich bis nach der Provinz Rio-Grande, also durch 14 Breitengrade, oder (da die Küste von NO — SW. läuft) über 250 geographische Meilen weit. Das herrschende Streichen der Schichten ist hor. 2 bis 3, also von NNO. nach SSW., das meist 45—70° betragende Fallen nach Osten gerichtet. Auch nach Westen lässt sich dieses System von Felsarten tief landeinwärts bis in die Provinz Goyaz verfolgen. Eine regelmässige Aufeinanderfolge der Gesteine ist nicht zu erkennen; nur spielt der Glimmerschiefer im Allgemeinen eine untergeordnete Rolle. Oft ist gar keine bestimmte Gränze anzugeben, so innig und allmälig gehen die Gesteine in einander über, was selbst im Streichen der Schichten Statt findet, so dass ein System von Gneissschichten in seinem weiteren Verlaufe in Granit, in Glimmerschiefer oder Hornblendschiefer übergeht.

Wenn man die zahllosen Wechsel und Uebergänge der Gneisse, Granitgneisse, Gneissgranite u. s. w. betrachtet, so muss man wohl bezweifeln, dass sie verschiedenen Formationen angehören. Es ist nur ein System von vielen, neben einander ausgebildeten Gliedern, in welchen die Häufigkeit und die Lage des Glimmers den Hauptunterschied von Granit, Gneiss und Glimmerschiefer bedingte. Und zwar entstanden diese Schichten gleich in ihrer aufgerichteten Stellung und in derjenigen Richtung, welche den allgemeinen Verlauf des Gebirgszuges bestimmte. Wenn man die ungeheure Mächtigkeit dieses aufrecht stehenden Schichtensystemes, von der Küste bis an die Gränze der Provinz Goyaz berücksichtigt, so ist es ganz unmöglich, hier an eine Erhebung ursprünglich horizontaler Schichten zu glauben. „Was für eine Kraft müsste es gewesen sein, welche eine 100 Meilen dicke Steinmasse aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage gebracht haben könnte!" (Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, 1832, S. 1 ff.) Eben so sagt er bei der

Beschreibung des durch sechs Längengrade reichenden Profiles von Rio-de-Janeiro bis an die Gränze von Goyaz: es ist ein beständiger Wechsel von Granit, Gneiss, Granitgneiss, Hornblendgesteinen, Syenit, Thonschiefer, Itakolumit u. s. w.; Alles in der Hauptsache gleichförmig gelagert, mit dem Hauptstreichen hor. 2—3. Wie wäre es möglich, diese Masse als aufgerichtet zu denken? Nein, die Schichten wurden in dieser Stellung gebildet.

Keilhau beschliesst die Beschreibung der verschiedenen Urgneiss-Territorien Norwegens mit einigen allgemeinen Bemerkungen, welche zu wichtig sind, als dass sie hier übergangen werden könnten. Er führt zuvörderst viele Beispiele von sehr mächtigen und weit fortsetzenden Schichtenzonen an, in welchen die steilen Schichten einen constanten Verlauf nach derselben Weltgegend zeigen, und bemerkt, wie die im südöstlichen Norwegen, zwischen Kongsberg, Fredrikshall und Elverum herrschende Regel eines nordsüdlichen Streichens weit hinein nach Schweden über den Wenersee bis nach Westmanland verfolgt werden kann. Das Fallen der Schichten ist in diesen mächtigen Zonen so allgemein über 45°, dass ein geringeres Fallen nur als Ausnahme, vollkommen verticale Schichtenstellung dagegen sehr häufig angetroffen wird. Nach dem, was wir bereits über Schweden, Finnmarken und Finnland wissen, sind wir berechtigt, im Allgemeinen dort ganz ähnliche Verhältnisse vorauszusetzen. „Und so liegt denn vor uns ein Areal von vielen tausend Quadratmeilen ausgebreitet, das nur an wenigen Stellen andere, als steil nach der Tiefe hinabgehende Schichten zeigt. In vielen und grossen, ja wir können vielleicht annehmen, in den meisten und grössten Stücken dieses Areals sehen wir diese steilen Schichten irgend einem Gesetze eines regelmässigen Verlaufes folgen; wir finden sie zehn, zwanzig, ja zum Theil noch viel mehre Meilen weit nach denselben Linien fortstreichend, und es scheint uns, dass da, wo neue Streichungsfelder anfangen, es doch noch immer dieselben Parallelmassen sind, die wir vorher betrachtet haben, die sich aber nur einer andern Streichungsregel unterworfen haben." Eine bestimmte Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteine, welche diese Gneiss-Territorien vorwaltend zusammensetzen, existirt nicht; jede Gesteinsart erscheint bald im Liegenden, bald im Hangenden, bald in der Mitte dieser mächtigen Zonen. Auch kann um so weniger von einer solchen Aufeinanderfolge die Rede sein, da die petrographischen Uebergänge der Gesteine eben sowohl in der Richtung des Streichens innerhalb derselben Schichten, als rechtwinkelig darauf, von einer Schicht zur andern Statt finden; (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 373 ff.).

Wir beschliessen die Betrachtung der Urgneissformation mit der Hinweisung auf einige Erscheinungen, welche vielleicht nur ein locales Interesse haben, desungeachtet aber nicht ganz mit Stillschweigen übergangen werden können.

Die Schichten dieser Formation zeigen nämlich in der Regel innerhalb eines jeden Gebietes derselben eine durchaus concordante Lagerung. Es sind jedoch einzelne Ausnahmen von dieser Regel beobachtet worden, in Betreff welcher künftige Untersuchungen entscheiden müssen, ob sie durch spätere, oder vielleicht durch solche Disloca-

tionen zu erklären sind, welche schon während der Bildungsperiode der Gneissformation Statt fanden.

An diese Erscheinung knüpft sich eine andere an, welche mit ihr gewissermaassen verwandt ist: wir meinen nämlich das Vorkommen von grossen fragmentähnlichen Einschlüssen einer Gneissvarietät innerhalb der Schichten einer anderen Varietät, oder auch das ähnliche Vorkommen anderer, der Gneissformation untergeordneter Gesteine. Diese fragmentähnlichen Einschlüsse erscheinen bald wie flache losgesprengte Schollen, bald wie unregelmässig gestaltete Klötze, zeigen aber gewöhnlich die Merkwürdigkeit, dass die Richtung ihrer Parallelstructur mit jener des einschliessenden Gesteins übereinstimmt.

Eine ebenfalls hierher gehörige Erscheinung ist das, allerdings nur selten beobachtete Auftreten gangartiger Gneissmassen mitten innerhalb eines ganz regelmässig geschichteten Gneissterrains. Und endlich haben wir noch des bisweiligen Vorkommens von Gneissbreccien zu gedenken, welche zwischen dem festen, anstehenden Gneisse eingeklemmt sind.

So erwähnt z. B. Keilhau ein paar Fälle von discordanter Lagerung aus Norwegen. Am Vorgebirge Flennäs sah er zwei, aus Gneiss und Hornblendschiefer bestehende Schichtensysteme in solcher Lagerung an einander stossen; das eine fällt 60 bis 70° in Nord, das andere 60 bis 80° in West. Eben so beobachtete er östlich von Arendal steil einfallende Schichten eines glimmerschieferähnlichen Gneisses, welche an fast horizontale Schichten des gemeinen Gneisses und Hornblendschiefers unmittelbar angränzen; (*Gäa Norvegica*, *I*, 357 und 367).

Für das Vorkommen von Gneissschollen, in einem dem Urgneisse untergeordneten Hornblendschiefer, ist schon oben S. 86 ein von Keilhau beobachtetes Beispiel aus der Gegend von Trondhjem erwähnt worden. Ein Gegenstück hiervon traf ich ebenfalls in Norwegen bei Reisäter unweit Ullensvang, wo ein grobflasriger Gneiss theils parallelepipedische, theils anders gestaltete Massen von Grünsteinschiefer umschliesst; (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, 123). Boethlingk sah bei Helsingfors in Finnland schmale Schichten von gewöhnlichem granitähnlichem Gneisse mit Hornblendgneiss regelmässig abwechseln; wo aber die Schichten des ersteren mächtiger werden, da erscheinen Stücke des letzteren aus ihrem Zusammenhange gebracht und oft mit veränderter Lage in der Masse des Glimmergneisses eingeschlossen; (Neues Jahrb. für Min. 1840, 614). Darwin berichtet, dass der granitähnliche Gneiss von Bahia eckige, scharf begränzte und bisweilen gebogene Partieen eines Hornblendgesteins umschliesst, welche wirkliche Fragmente sind; die Parallelstructur des Gneisses schmiegt sich um diese Fragmente hin; in der Botofogo-Bay unweit Rio-Janeiro enthält ein ähnlicher Gneiss ein 7 yards langes und 2 yards breites, scharfkantiges Fragment eines anderen, sehr glimmerreichen Gneisses; die Parallelstructur beider Gesteine zeigt die-

selbe Richtung des Streichens. (*Geol. Observations on South America*, *p.* 141 f.)

Sehr selten sind mitten in einem Gneissterritorium gangähnliche Gneissmassen beobachtet worden. Cotta gedenkt eines solchen Falles ganz in der Nähe von Freiberg, wo in dem dortigen herrschenden Gneisse einige schmale, aber sehr deutliche Gänge einer anderen Gneissvarietät aufsetzen; merkwürdig ist es, dass die Schieferung des Gesteins innerhalb dieser Gänge fast dieselbe Richtung behauptet, wie im Nebengestein, obgleich die Gänge beinahe rechtwinklig hindurchsetzen; (Neues Jahrb. für Min. 1844, 681). Die von Russegger im Jahre 1833 beschriebenen Gneissgänge im Gneisse des Rathhausberges und anderer Gegenden Salzburgs sind nach Riepl, Petzholdt, und selbst nach seinen eigenen neueren Schilderungen nicht für das zu halten, wofür man sie jener ersten Beschreibung zufolge nehmen möchte; (Vergl. Baumgartners Zeitschrift, Bd. 2, S. 61 f. und Neues Jahrb. für Min. 1849, S. 717).

Breccien, aus Gneissfragmenten bestehend, welche mitten im Gebiete von Gneissablagerungen und fern von eruptiven Gesteinen unter solchen Verhältnissen auftreten, dass sie nicht als aufgelagerte klastische Bildungen gedeutet werden können, dürften, eben so wie ähnliche Breccien anderer Gesteine, keine so ganz seltene Erscheinung und gewöhnlich als contusive Reibungsbreccien, also in der Weise zu erklären sein, dass zwei durch eine Spalte von einander getrennte Gebirgstheile gegen einander bewegt worden sind. Sie haben daher auch meist eine beschränkte und gangartig verlaufende Ausdehnung. Dergleichen finden sich z. B. unweit Rauenstein in Sachsen an der Chaussee dicht hinter dem Görsdorfer Kohlplatze, so wie in einem Steinbruche nördlich von Görbersdorf unweit Oederan. Keilhau sah bei Kongsberg Schichten von Gneissbreccie mit Gneisscäment mitten im Gneisse, und in Finnmarken zwischen Launje-Jaure und Jggja-Jaure Klippen eines Gneissconglomerates, bestehend aus gneissartiger Grundmasse mit grösseren und kleineren Fragmenten anderer Gneissvarietäten; (*Gaea Norvegica*, *I*, 276 u. 367).

Zweites Kapitel.

Primitive Schieferformation.

§. 281. *Allgemeine Betrachtung und Uebersicht ihrer Gesteine.*

Unter dem Namen Urschieferformation oder primitive Schieferformation vereinigen wir jene mächtigen und weit ausgedehnten, aus Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer und manchen anderen, untergeordneten Gesteinen bestehenden Ablagerungen, welche gewöhnlich den primitiven Gneiss überlagern, jedenfalls aber völlig frei von organischen Ueberresten sind, und ihre gesetzmässige Lagerungsstelle unter den ältesten fossilhaltigen Formationen haben.

Einen grossen Theil dieser Formation vereinigte Sedgwick mit seinem Cambrischen Systeme, und man kann sagen, dass dieses System, mit Ausnahme seiner oberen, fossilhaltigen Schichten, so ziemlich der Urschieferformation entspricht. Man hat sie wohl auch die azoische Silurformation genannt, obwohl der wesentliche Charakter der silurischen Formation lediglich in dem Vorkommen bestimmter organischer Ueberreste gegeben ist. Die Benennung krystallinische Schieferformation ist deshalb nicht ganz ausreichend, weil es auch neuere dergleichen Schieferbildungen giebt.

Es sind fast lauter schiefrige und geschichtete Silicatgesteine, welche die Urschieferformation vorwaltend zusammensetzen; ja, es sind grossentheils dieselben Gesteine, welchen wir schon im Gebiete der Urgneissformation als untergeordneten Bildungen begegneten; aber das Verhältniss hat sich geradezu umgekehrt: die Schiefer und die feldspathfreien Gesteine bilden jetzt das vorherrschende Material, während der Gneiss und die feldspathreichen Gesteine nur noch als untergeordnete Einlagerungen auftreten.

Die schon hierdurch ausgesprochene innige Verwandtschaft der Urgneissformation und der Urschieferformation wird noch dadurch gesteigert, dass beide Formationen gewöhnlich in vollkommen concordanter Lagerung auf einander folgen, und an ihren Gränzen gar nicht selten durch allmälige Uebergänge verbunden sind. Man könnte sie demnach recht wohl zu einer einzigen Formation zusammenfassen, wenn nicht der auffallende Contrast zwischen den feldspathreichen, meist phanerokrystallinischen, und den feldspathfreien, oft kryptokrystallinischen Gesteinen, wenn nicht der, in der gesetzmässigen Stellung der Urschiefer nach oben, und des Urgneisses nach unten hervortretende Gegensatz, und wenn nicht endlich die bisweilen ungeheure Ausdehnung der beiderseitigen Massen eine Trennung rathsam erscheinen liessen.

Wie die krystallinische Entwickelung vom Gneisse aufwärts durch den Glimmerschiefer bis in den Thonschiefer oder Chloritschiefer allmälig immer unvollkommener wird, so giebt sich auch, namentlich im Thonschiefer schon häufig ein mehr oder weniger sedimentärer Habitus zu erkennen, weshalb man bei seinem Anblicke nicht selten unwillkürlich an umgewandelte schlammartige Sedimentschichten erinnert wird. Die Urschieferformation schliesst sich daher petrographisch an die Uebergangsformationen an, wird aber durch den vollständigen Mangel an organischen Ueberresten, oft auch durch discordante Lagerung von ihnen getrennt. Sie steht gewissermaassen auf der Schwelle zwischen den krystallinischen Silicatgesteinen der alten Gneissformation und den, bald pelitischen, bald psammitischen oder psephitischen Gesteinen der Uebergangsformation; sie bildet selbst ein Uebergangsglied, durch wel-

ches die kryptogenen Producte der Urzeit mit den unzweifelhaft sedimentären Producten der folgenden Periode in Verbindung gesetzt werden, und sie entfaltet einen, dieser Stellung ganz entsprechenden schwankenden Charakter, indem sie theils von sehr krystallinischen, theils von solchen Gesteinen gebildet wird, welche sich nur durch ihre bathrologischen Verhältnisse und durch den gänzlichen Mangel an Fossilien von gewissen Gesteinen der Silurformation unterscheiden lassen.

Die wichtigsten Gesteine und Mineral-Aggregate der Urschieferformation sind etwa folgende:

1) Krystallinische Kiesel- und Silicatgesteine;
 a) vorherrschende Gesteine:
 Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer und Talkschiefer.
 b) untergeordnete Gesteine:
 Quarzit, Itakolumit, Kieselschiefer, Hornblendschiefer, Gneiss, Grünsteine, Serpentin.
2) Krystallinische Haloidgesteine;
 Kalkglimmerschiefer, Kalkstein, Dolomit und Gyps.
3) Erzlagerstätten verschiedener Art.

Die vier zuerst genannten Gesteine erscheinen so vorwaltend als die eigentlichen Bausteine der Urschieferformation, dass in Vergleich zu ihnen alle übrigen nur als eingeschaltete Zwischenglieder gelten können. Indessen ist doch nicht zu läugnen, dass in den meisten Urschiefer-Regionen fast nur Glimmerschiefer und Thonschiefer als die eigentlich vorherrschenden Gesteine auftreten, wogegen Chloritschiefer und Talkschiefer im Allgemeinen als weniger verbreitete Gesteine zu betrachten sind, wenn sie auch in gewissen Regionen eben so vorwaltend auftreten, wie die beiden anderen Schiefer in den übrigen Regionen. Nächst diesen vier Schiefern dürften wohl der Quarzit und der Kalkglimmerschiefer diejenigen Gesteine sein, welche noch am häufigsten in mächtigen und weit ausgedehnten Ablagerungen angetroffen werden.

§. 282. *Glimmerschiefer.*

Wegen der allgemeinen petrographischen Verhältnisse dieses Gesteins verweisen wir zuvörderst auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 554 f. gesagt worden ist. Der Glimmerschiefer besteht wesentlich aus Quarz und Glimmer, und schwankt daher zwischen Quarzit und reinem Glimmergestein, welches letztere auch wirklich in manchen Varietäten vor-

zuliegen scheint. Obwohl nun gewiss viele Glimmerschiefer wesentlich von Kaliglimmer oder Magnesiaglimmer gebildet werden, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass in anderen (wie es scheint, sehr feinschuppigen und quarzarmen) Varietäten auch Damourit, Paragonit und vielleicht auch der, von List als ein Gemengtheil der Thonschiefer des Taunus nachgewiesene Sericit eine sehr wichtige Rolle spielen. Vielleicht sind diese wasserhaltigen glimmerähnlichen Mineralien mehr in den oberen, dem Thonschiefer nahe stehenden Etagen, die wasserfreien (oder doch nur sehr wenig Wasser haltenden) Glimmer dagegen mehr in den unteren Etagen der Glimmerschiefer-Terrains zu finden.

Ausser den a. a. O. genannten accessorischen Bestandtheilen sind noch Apatit (nicht selten in Massachusetts), Pistazit (ebendaselbst und bei Friedeberg in Schlesien), Eisenkies, Magneteisenerz und Eisenglanz zu erwähnen, welcher letztere hier und da als Eisenglimmer den Glimmer ersetzt, und dadurch förmliche Uebergänge in Eisenglimmerschiefer (I, 687) vermittelt, wie z. B. nach Beudant in Ungarn, und nach Dufrénoy in der Bretagne. Im Allgemeinen dürften Granat, Feldspath, Hornblende und Schörl als die gewöhnlichsten Accessorien zu betrachten sein; der erstere nimmt oft einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins, wird in den meisten Varietäten mehr oder weniger häufig angetroffen, kann aber auch in mächtigen Zonen gänzlich vermisst werden, wie es denn sogar manche Glimmerschiefer-Regionen giebt, in denen er überhaupt selten vorkommt; (z. B. einige Gegenden Schottlands, in Irland und in den Pyrenäen). Der Feldspath kommt häufig vor, und ist ein wichtiger accessorischer Bestandtheil, weil er den Uebergang in Gneiss bedingt. Die Hornblende erscheint theils in kleinen nadelförmigen Krystallen, theils in büschelförmigen oder besenförmigen Aggregaten, theils in Körnern. Auch Turmalin, als schwarzer oder brauner Schörl, ist manchem Glimmerschiefer in säulen- oder nadelförmigen Krystallen häufig eingewachsen. — Was die in einigen Gegenden ziemlich häufigen Staurolithe und Chiastolithe betrifft, so scheinen solche öfter im metamorphischen als im primitiven Glimmerschiefer vorzukommen. Der Andalusit findet sich gewöhnlich in Nestern und anderen Concretionen von Quarz, aber auch unmittelbar eingewachsen im Schiefer selbst; auf dem Gipfel des Cadeen so wie am Douce-Mountain in Irland ist nach Weawer und Fitton der Glimmerschiefer dermaassen erfüllt mit Andalusitkrystallen, dass dieses Mineral fast einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteines bildet. Hier und da kommen Schichten vor, welche mehr oder weniger reichlich mit Graphit imprägnirt sind, was zuweilen so weit gehen kann, dass das Gestein als ein förmlicher Graphitglimmerschiefer erscheint; (Elterlein und Schwarzenberg in Sachsen, Gistainthal in den Pyrenäen, wo nach Charpentier ein nur aus Glimmer und Graphit bestehendes Gestein ansteht). Endlich sind noch Flussspath (bei Meffersdorf in Schlesien), Rautenspath (bei Herold in Sachsen) und Kalkspath als zuweilen vorkommende accessorische Bestandtheile zu nennen.

Dass der Quarz sehr häufig in Knoten, Nestern, Trümern oder linsenförmigen Lagen, bisweilen auch in runden, abgeplatteten oder langgezogenen, nuss- bis kopfgrossen Ellipsoiden auftritt, und dass die schiefrige Structur des Gesteines um manche dieser Quarzausscheidungen oft ausserordentlich gewunden, gestaucht und verworren erscheint, diess wurde bereits in der Petrographie bemerkt.

Wir gedenken hier nochmals dieser Erscheinung, um auf die merkwürdige Ansicht aufmerksam zu machen, welche Fournet und Virlet über die Ausbildung derselben aufgestellt haben. Fournet ist nämlich der Meinung, diese Quarzlinsen des Glimmerschiefers seien in der Weise entstanden, dass das bereits gebildete Gestein seitwärts stark zusammengestaucht, und dadurch stellenweise aufgeblättert, zerspalten und aufgeklafft wurde, worauf dann der Quarz in die so gebildeten Räume durch plutonische Kräfte injicirt worden sei; (*Simplification de l'étude d'une certaine classe de filons*, *Lyon* 1845, auch Uebers. dieser Schrift von Müller, S. 7 und 11). Virlet freute sich, dass ein so einsichtsvoller Beobachter diese schon früher (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série, I*, 1844, *p*. 824) von ihm selbst aufgestellte Ansicht bestätigt, indem er eine solche Injection von allen im Gneisse, Glimmerschiefer und Thonschiefer vorkommenden Quarzlinsen behauptet habe*). Delanoue aber erklärte sich mit Recht gegen diese Hypothese, weil ja nichts natürlicher sei, als dass im Glimmerschiefer, der doch wesentlich aus Quarz und Glimmer bestehe, der Quarz da, wo er vorwalte, sich in kleineren oder grösseren accessorischen Bestandmassen concentrirt habe. Diess war auch schon die Ansicht von Saussüre (*Voy. dans les Alpes* §. 1825) in Betreff der runden Quarzlinsen, obgleich er wohl darin irrte, dass er solche ganz allgemein als einzelne Quarz-Individuen von gestörter Bildung betrachtete, was nur in seltenen Fällen richtig sein dürfte, dergleichen einer von Hausmann aus der Gegend von Onshytta in Schweden erwähnt wird, wo der Glimmerschiefer kleine langgezogene Quarzellipsoide enthält, welche an beiden Enden eine unvollkommene sechsseitige Zuspitzung zeigen; (Reise durch Scandinavien, V, 337). — Uebrigens kommen auch im Glimmerschiefer zuweilen kleine Nester von Feldspath, Hornblende, Steinmark u. a. Mineralien vor.

In Betreff der Structur oder Textur des Glimmerschiefers ist besonders die zuweilen ausgebildete parallele Streifung oder Fältelung hervorzuheben, welche sich da, wo sie vorkommt, auf allen Spaltungsflächen des Gesteins mit grosser Beständigkeit wiederholt, und als eine mit der linearen Parallelstructur oder Streckung des Gneisses und anderer Gesteine verwandte Erscheinung zu erkennen giebt.

*) Man vergleiche *Bull. de la soc. géol. I, p*. 833, wo es heisst, die Glimmerschiefer unweit St. Etienne seien *injectés de toutes manières par du quartz blanc grenu, principalement dans le sens des feuillets*, und, mit besonderer Berücksichtigung der Nordseite des Berges Sorbier: *Là, nouveau Briarée plutonique, il l'enlace de ses mille bras en donnant lieu aux contournements le plus bizarres*.

Sie wurde schon von Heim am Glimmerschiefer von Ruhla im Thüringer Walde erwähnt, ist übrigens gar nicht selten zu beobachten, und z. B. von Beudant als eine *structure fibreuse* an Ungarischen, von Hitchcock als *a fibrous appearance* an Nordamerikanischen Varietäten beschrieben worden.

Eine transversale Schieferung scheint am Glimmerschiefer gar nicht, oder doch nur als eine ganz locale Erscheinung, als eine seltene Ausnahme von der Regel vorzukommen; wäre sie irgendwo auf ähnliche Weise in solcher Regelmässigkeit und Ausdehnung beobachtet worden, wie sie sich z. B. am Grauwackenschiefer und Uebergangsthonschiefer vorfindet, so würde diess gewiss als eine sehr auffallende Erscheinung bemerkt worden sein.

Macculloch vermuthet zwar, dass die Schieferung bisweilen unabhängig von der Schichtung sein möge, gedenkt aber keiner Beobachtung, durch welche diese Vermuthung unterstützt würde; (*System of Geol. II,* 161); Hitchcock dagegen hebt es ausdrücklich hervor, dass ihm in den verschiedenen Glimmerschieferzügen von Massachusetts niemals ein Beispiel von transversaler Schieferung vorgekommen sei; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 337).

Der Glimmerschiefer ist stets mit einer ausgezeichneten Schichtung versehen. Die Schichten haben eine verschiedene Mächtigkeit, sind bald ebenflächig ausgedehnt, bald wellenförmig, sattelförmig oder muldenförmig gebogen, bisweilen zickzackförmig gefaltet, oder auch so ganz ausserordentlich gewunden, wie es nur an wenigen anderen Gesteinen vorkommt. Diese fast in allen Glimmerschiefer-Regionen vorkommende Erscheinung beweist, dass sich das Gestein vor seiner gänzlichen Verfestung in einem plastischen und flexibeln Zustande befunden haben, und stellenweise sehr gewaltsamen inneren Bewegungen unterworfen gewesen sein muss.

Macculloch bemerkt, dass es nicht sowohl eine allgemeine, das ganze Schichtensystem erfassende Kraft, als vielmehr der Angriff vieler partieller und von einander unabhängiger Kräfte gewesen sein möge, durch welchen diese, nothwendig mit einer Ausstreckung verbundenen Windungen verursacht worden sind. Wir lassen diese Ansicht auf sich beruhen, stimmen aber mit ihm darin vollkommen überein, dass das Gestein noch einen gewissen Grad von Zähflüssigkeit (*tenacious fluidity*) besessen haben muss, als jene Kräfte in Wirksamkeit waren.

Wenn der Glimmerschiefer ebenflächig geschichtet ist, liefert er oft sehr schöne Steinplatten; die sehr feinen quarzreichen Varietäten werden bisweilen zu Wetzsteinen, und die granatreichen Varietäten in manchen Gegenden zu Mühlsteinen benutzt, wozu sie freilich nur in Ermangelung eines besseren Materials geeignet sind.

Es wurde bereits oben S. 81 erwähnt, dass manche Geologen das wirkliche Vorhandensein einer Schichtung am Gneisse, Glimmerschiefer und an anderen kryptogenen Gesteinen gänzlich in Abrede stellen. Für die Gesteine

des St. Gotthardt ist diese Ansicht schon früher von Pini, Besson und Storr geltend gemacht worden; allein Saussüre erklärte sie mit Recht für eine durchaus falsche Ansicht, welche nur aus einer mikrologischen Auffassung der in der Gebirgswelt vorliegenden Erscheinungen hervorgegangen sei. *Ce n'est pas avec des microscopes, qu'il faut observer les montagnes; (Voy. dans les Alpes*, §. 1882).

Was die petrographischen Uebergänge des Glimmerschiefers betrifft, so sind besonders diejenigen in Thonschiefer und Gneiss als die beiden wichtigeren zu erwähnen, weil sie die drei Hauptglieder der primitiven Formation in einen so stetigen Zusammenhang bringen, dass man auf die Vorstellung eines grossartigen, allmälig unter etwas veränderten Umständen wirksam gewesenen Bildungsprocesses geführt wird, durch welchen diese Gesteinsreihe zum Dasein gelangte. — Ein anderer im Gebiete des Glimmerschiefers sehr häufig vorkommender Uebergang ist der in Quarzit, welcher sich ganz einfach aus einem Zurücktreten des Glimmers erklärt. Dagegen werden die gleichfalls vorkommenden Uebergänge in Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendschiefer, Schörlschiefer und Eisenglimmerschiefer durch das Eintreten und allmälige Ueberhandnehmen von Chlorit, Talk, Hornblende, Schörl oder Eisenglimmer, bei gleichzeitigem Zurücktreten des Glimmers, die Uebergänge in Kalkglimmerschiefer aber durch das Eintreten von Kalkspath und das Zurücktreten des Quarzes bewirkt. Alle diese Uebergänge können sich theils im Streichen der Schichten, theils in einer darauf rechtwinkeligen Richtung ausbilden.

Der Uebergang in Gneiss ist nicht selten als das Resultat der metamorphischen Einwirkung angränzender Granitmassen zu betrachten; so z. B. sehr ausgezeichnet in der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen, wo man an vielen Puncten, besonders aber am Wege von Antonshütte nach Erlhammer, diesen Uebergang Schritt vor Schritt verfolgen kann. Der Glimmerschiefer geht anfangs in fein- und breitflasrigen Gneiss über; dieser wird nach und nach durch Aufnahme von einzelnen Feldspathlinsen grobflaserig; die Feldspathlinsen verdicken sich allmälig zu haselnuss- bis wallnussgrossen Knoten, sie werden zugleich immer zahlreicher, und so entsteht der sog. Augengneiss, wie er kurz oberhalb Erlhammer in Felsen aufragt. Allein seine Structur erinnert immer noch an die des vorherigen Glimmerschiefers; immer ist er noch flach- und breitwellenförmig geschichtet, immer noch reich an Lagen und Nestern von Quarz; (Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 194). Auch die Uebergänge in Schörlschiefer scheinen wesentlich an die Nachbarschaft granitischer Ablagerungen gebunden zu sein.

Einer Zersetzung und Verwitterung ist der Glimmerschiefer im Allgemeinen weniger unterworfen als der Gneiss, und die laminosen quarzreichen Varietäten sind fast unzerstörbar, weshalb solche auch

öfters in schroffen Felsenkämmen über die sanfteren Bergformen der übrigen Varietäten heraufragen, obgleich die in ihnen vorkommenden Granaten nicht selten zerstört sind und nur ihre hohlen Räume zurückgelassen haben. Wenn aber auch der Glimmerschiefer überhaupt der chemischen Zersetzung ausserordentlich widersteht, so ist er dagegen in seinen weicheren Varietäten der mechanischen Zerstörung um so mehr unterworfen.

Daher ist es auch erklärlich, warum in den sedimentären Formationen zwar ausserordentlich viele eingeschwemmte Glimmerschuppen, aber verhältnissmässig nur wenige Geschiebe und Gerölle von weicheren Varietäten des Glimmerschiefers angetroffen werden, indem solche einen weiteren Transport nicht zu ertragen vermögen, sondern dabei gänzlich zerstückelt und zerrieben werden.

Der Glimmerschiefer ist meist sehr reich an untergeordneten Lagern, besonders von Quarzit, Hornblendschiefer, Strahlstein, Eklogit, Gneiss, Kalkstein, Dolomit, und von mancherlei Erzen. Von den wichtigeren dieser Einlagerungen wird in einem der folgenden Paragraphen die Rede sein.

Keine Gebirgsart, sagt Leopold v. Buch vom Glimmerschiefer Schlesiens, enthält eine so grosse, unzählbare Menge fremdartiger Lager, als dieser Schiefer; keine in Schlesien die Menge von Erzen und die Manchfaltigkeit verschiedener Mineralien, welche in dieser Gebirgsart alle Arten von Lagerstätten ausfüllen. In den meisten Gegenden geht man kaum eine halbe Stunde weit, ohne ein neues Kalklager zu treffen, und an vielen Orten sind sie so gehäuft, dass man an manchen Bergen unschlüssig wird, ob der Glimmerschiefer oder der Kalkstein das vorwaltende Gestein ist. Geognost. Beobb. auf Reisen durch Deutschl. u. Ital. I, S. 43. Diese Bemerkung lässt sich auch auf viele andere Glimmerschiefer-Regionen anwenden.

Die Bergformen des Glimmerschiefers sind auf den Höhen gewöhnlich ziemlich sanft undulirt, in den Thälern dagegen zuweilen sehr schroff und prallig. Nur die quarzreichen laminosen Varietäten (I, 555) ragen, zumal bei steiler Schichtenstellung, auch auf den Höhen in scharfen zackigen Felskuppen, in langgestreckten Graten und Kämmen empor, während sie in den Thälern enge Schlünde und Thalkehlen, oder coulissenartig vorspringende Felsen und Sporne bilden.

Die Felsen des Adlersteines, des langen Steines und Lampersberges im Lengefelder Walde unweit Marienberg, der Gipfel des Schatzensteines bei Elterlein, die Klippen bei Crottendorf und so viele andere Puncte des Erzgebirgischen Glimmerschieferterrains liefern Beispiele für diese Physiognomie der Felsbildung des Glimmerschiefers, welche auch ausserdem in den meisten Territorien dieses Gesteines angetroffen wird.

Der Glimmerschiefer ist ein sehr wichtiges Glied der Urschieferformation und in manchen Gegenden ausserordentlich verbreitet. Im Erzgebirge ist er es, welcher zunächst alle grösseren Ablagerungen von feldspathigen Gesteinen, von Granit und Gneiss umgiebt, während er seinerseits von Thonschiefer bedeckt wird, in den er nach oben ganz allmälig übergeht. Im Riesengebirge und in den Sudeten spielt er eine sehr wichtige Rolle, und in den Salzburger, Tyroler und Schweizer Alpen ist er auf grosse Strecken verbreitet. In Norwegen bildet er, mit Ausnahme der Lofoden und der äussersten Westküste, den ganzen Landstrich von 67 bis 70° Breite, in Schottland den grössten Theil des, nördlich einer, von Stonehaven nach der Insel Arran gezogenen Linie liegenden Landes. Die Sierra Nevada in Spanien ist fast nur ein Glimmerschiefergebirge, und der südliche Theil des Urals, so wie der Taganai bestehen grösstentheils aus Glimmerschiefer. Eben so ist er in Nord- und Südamerika und in vielen anderen Ländern als eines der wichtigsten Gesteine der Urschieferformation erkannt worden.

§. 283. *Thonschiefer.*

Der Thonschiefer, dieses zweite Hauptgestein der Urschieferformation, geht in vielen Fällen so ganz allmälig aus dem Glimmerschiefer hervor, dass man ihn nur als eine kryptokrystallinische Ausbildungsform gewisser Varietäten dieses letzteren Gesteines betrachten möchte*). Auf der anderen Seite verlaufen aber die krystallinischen Thonschiefer in andere Schiefer, welche dermaassen an feine klastische, oder auch an dialytische (I, 723) Sedimente erinnern, dass man sich kaum weigern kann, vielen Thonschiefern schon eine sedimentäre Entstehungsweise in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes zuzugestehen, während andere als kryptogene, d. h. als solche Gesteine zu betrachten sind, deren Bildung unter ähnlichen Umständen und durch ähnliche Ursachen erfolgt sein mag, wie jene noch unerklärte Bildung der Glimmerschiefer und Gneisse. Die krystallinischen Thonschiefer scheinen jedoch nicht sowohl von gewöhnlichem Kaliglimmer oder Magnesiaglimmer, als vielmehr von denjenigen glimmerähnlichen Mineralien gebildet zu werden, welche unter den Namen Damourit, Paragonit und Sericit aufgeführt worden sind.

*) Wie diess Charpentier ausdrückt, indem er sagt: *le schiste argileux me parait être au schiste micacé, ce que le calcaire compacte est au calcaire grénu. Essai sur la const. geogn. des Pyrenées, p.* 188.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir Demjenigen, was bereits im ersten Bande S. 557 f. über die Zusammensetzung des Thonschiefers gesagt worden ist, noch die Resultate hinzufügen, welche List über die Constitution der Taunusschiefer bekannt gemacht hat. Er fand solche, eben so wie Sauvage die Ardennenschiefer, aus einer in Salzsäure zersetzbaren, und aus einer unzersetzbaren Masse zusammengesetzt, welche letztere bei weitem den grössten Theil bildet, und daher vorzugsweise zu berücksichtigen ist. Dieser unzersetzbare Antheil besteht nun aus Quarz und einem eigenthümlichen, gelblichweissen bis lauchgrünen, dem Damourite ähnlichen Minerale, welches List, seines seidenartigen Glanzes wegen, Sericit nennt, und dessen Zusammensetzung vielleicht durch die Formel $2\dddot{A}l\dddot{S}i + 3\dot{R}\dddot{S}i^2 + 3\dot{H}$ dargestellt werden kann, in welcher $\dot{R}$ Kali, Eisenoxydul und Magnesia bedeutet; (Jahrbücher des Vereins für Naturk. im Herz. Nassau, 6. Heft, 1850, S. 126 f.). Wenn man übrigens bedenkt, dass das glimmerähnliche Mineral nach Sauvage gewöhnlich nur zu 30 bis 50 Procent vorhanden ist, und dass in selbigem ein Theil der Alkalien durch andere Basen ersetzt wird, so kann der geringe Kaligehalt der Thonschiefer nicht auffallen. —

Die von G. Bischof (Lehrb. der chem. u. phys. Geologie, II, 993) analysirten grünen Schiefer aus dem Urschiefergebirge der Grafschaft Glatz scheinen innige Gemenge von Quarz mit einem dem Aphrosiderite nahe stehenden chloritartigen Minerale zu sein. Da ähnliche grüne Schiefer auch in anderen Gegenden eine sehr wichtige Rolle spielen, so haben diese Analysen ein grosses Interesse. Auch hat Bischof wiederholt darauf hingedeutet, dass wohl Grünerde das Pigment der gewöhnlichen grünlichgrauen Thonschiefer sein dürfte (a. a. O. I, 455, 945, 951), was ziemlich nahe mit dem Resultate von Sauvage zusammentrifft, welcher dieses Pigment für Chlorit erkannte.

Wie werthvoll und wichtig übrigens alle diese chemischen Untersuchungen kryptokrystallinischer Schiefer sind, so ist doch zu wünschen, dass mit ihnen künftig eine mikroskopische Untersuchung dieser Gesteine verbunden werden möge, von welcher bisweilen sichere Hinweisungen auf die mineralische Natur der Bestandtheile zu hoffen sein dürften. Es unterliegt z. B. keinem Zweifel, dass manche Thonschiefer-Varietäten reich an äusserst kleinen Feldspathkörnern, und dass andere, zumal schwärzlichblaue stark glänzende Varietäten mit kleinen Hornblendnadeln erfüllt sind; was sich in solchen Varietäten noch mit der Loupe erkennen lässt, das wird in anderen Varietäten erst unter dem Mikroskope sichtbar werden. Dass übrigens manche Thonschiefer mit Säuren mehr oder weniger aufbrausen, und dadurch einen Gehalt von kohlensaurem Kalk und anderen Carbonaten verrathen, darauf hat noch neulich G. Bischof aufmerksam gemacht.

Ueber das Wesen des Thonschiefers, über seinen zwitterhaften Charakter, über sein Schwanken zwischen krystallinischem und pelitischem Habitus verweisen wir auf die im ersten Bande S. 561 gegebenen Andeutungen.

Grünlichgraue und blaulichgraue Farben sind bei weitem die herrschenden; das Grünlichgrau verläuft sich häufig in berggrün, das Blaulichgrau in schwärzlichblau und blaulichschwarz; röthlichgraue, violettgraue und rothe Schiefer sind nicht selten; wie denn auch andere

Farben keinesweges ausgeschlossen sind, und bisweilen bunt gestreifte, gefleckte und gewolkte Varietäten vorkommen. In manchen Gegenden (wie z. B. in Schlesien und auf Dovrefjeld) sind grüne Schiefer sehr verbreitet, welche höchst wahrscheinlich durch Chlorit und ähnliche Mineralien, vielleicht auch durch Hornblende gefärbt sein mögen.

Sauvage analysirte grüne Schiefer aus dem östlichen Sibirien, und fand sie aus 33 p. C. Chlorit, 30 p. C. Feldspath (Orthoklas und Albit), 30 p. C. Quarz und 7 p. C. eines Thonerdesilicates zusammengesetzt; andere Varietäten von daher bestanden zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ ihrer Masse aus Feldspath. Man sieht, wie viel hier noch zu thun ist.

Indem wir, zur Vermeidung von Wiederholungen, wegen der übrigen petrographischen Verhältnisse des Thonschiefers auf die im ersten Bande S. 556 ff. gegebenen Darstellungen verweisen, bemerken wir noch in Betreff der accessorischen Bestandtheile, dass der im Glimmerschiefer so häufige Granat im Thonschiefer nur sehr selten vorkommt (z. B. bei Brixen in Tyrol, bei Hyères in der Provence), dass eben so der Schörl zu den seltenen Erscheinungen gehört (zwischen Turnau und Bidschow in Böhmen), dass dagegen, ausser den bereits erwähnten ganz kleinen Feldspathkörnern und Hornblendnadeln, auch Magneteisenerz in manchen Thonschiefern fein eingesprengt ist; wie z. B. nach Cauchy in den Ardennen bei Rimogne, Monthermé u. a. O., überhaupt in einer Zone von 5 bis 6 Meilen Länge, weshalb diese Schiefer von Dumont als *schistes aimantifères* aufgeführt werden. Auch erwähnt Dumont aus demselben Gebirge Schiefer mit rothen, manganhaltigen Körnern. Einiger Thonschiefer ist goldhaltig, wie z. B. nach Hoffmann der Schiefer zwischen den beiden Tungusken in Sibirien, und nach v. Eschwege der mürbe rothbraune Thonschiefer, welcher in dem Schiefergebirge Brasiliens eine so wichtige Rolle spielt, und als eine der vorzüglichsten Lagerstätten des Goldes betrachtet wird*). Auch Graphit ist manchen Thonschiefern mehr oder weniger reichlich beigemengt, so dass sie endlich in förmliche Graphitschiefer von z. Th. bauwürdiger Beschaffenheit übergehen; (Kaisersberg, Mautern, Leoben und Bruck in Steiermark, nach v. Morlot).

*) Hoffmann in Ermans Archiv III, 359, und v. Eschwege in Beiträgen zur Gebirgskunde Brasiliens, 146 f., so wie im Pluto Brasiliensis 216 f. Indessen dürfte die wirklich thonschieferartige Natur dieses Gesteins noch etwas zweifelhaft sein, da v. Eschwege ausdrücklich sagt, dass es nur selten deutlich geschichtet ist, durch Aufnahme von Hornblende und Feldspath in Grünstein übergeht, und stellenweise Knauer, ja bis 3 Lachter grosse Nieren eines sehr festen Grünsteins umschliesst. Sollte es nicht eine tuffartige Bildung sein?

Dass die chiastolithführenden Thonschiefer, von welchen sehr ausgezeichnete Varietäten mit fast fingerdicken Krystallen in der Bretagne, in den Pyrenäen, in Galicien und in Massachusetts vorkommen, während andere Varietäten aus vielen Gegenden bekannt sind; dass eben so die Fleckschiefer und Knotenschiefer als metamorphische Thonschiefer zu betrachten sind, diess ist bereits (I, 560) bemerkt worden. Wir erwähnen sie hier, um daran zu erinnern, dass auch ganz entschieden sedimentäre, ja dass sogar fossilhaltige Thonschiefer dieser Umwandlung unterworfen gewesen, und zu Chiastolithschiefern umgebildet worden sind; (I, 789). Die Ursache dieser Umbildung ist gewöhnlich in der Einwirkung grösserer Granitmassen zu suchen, in deren unmitttelbarer Umgebung diese Schiefer vorzukommen pflegen, und es oft mit der grössten Evidenz beobachten lassen, wie die, in grösserer Entfernung unveränderten Schichten allmälig immer mehr die Charaktere einer solchen metamorphischen Varietät entwickeln, je näher sie an die Granitgränze heransetzen. Doch darf man nicht vergessen, dass sich die Spuren dieser metamorphischen Einwirkung nur selten weiter, als bis auf ¼ Meile Entfernung zu erkennen geben, dass sie zuweilen nur einige hundert Fuss weit reichen, und dass in manchen Fällen gar keine bemerkbare Veränderung Statt gefunden hat.

Die Knoten und Nester, die Trümer, Adern und Lagen von krystallinischem Quarze, welche wir im Glimmerschiefer kennen gelernt haben, bilden im Thonschiefer gleichfalls eine ganz gewöhnliche Erscheinung, und haben auch oft in ihm dieselben Biegungen und Windungen, Stauchungen und Knickungen der Parallelstructur veranlasst. Sie treten stellenweise so häufig auf, dass sie einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins nehmen, und erreichen mitunter so ansehnliche Dimensionen, dass sie fast als kleine Stöcke und Gänge erscheinen.

Ihre Ausbildung kann wohl erst nach der beginnenden Verfestung des Gesteins Statt gefunden haben, obwohl dasselbe noch hinreichend nachgiebig gewesen sein muss, um jene Windungen seiner Parallelstructur ertragen zu können, bei deren Anblick man unwillkürlich auf die Vermuthung gedrängt wird, dass die Krystallisation des Quarzes mit einer gewaltsamen Pressung gegen seine unmittelbare Umgebung verbunden gewesen sein mag. Auch sind bisweilen in diesen aus Quarz bestehenden accessorischen Bestandmassen andere Mineralien zur Ausbildung gelangt.

Die Textur des Thonschiefers ist immer schiefrig, von verschiedenen Graden der Vollkommenheit, doch so, dass stets eine mehr oder weniger deutliche Spaltbarkeit vorhanden ist. Die Spaltungsflächen sind bald ganz glatt und eben, bald zeigen sie eine feine parallele Fältelung oder Streifung, welche sich mit grosser Regelmässigkeit auf allen Spaltungsflächen wiederholt, und zuweilen so fein ausgebildet ist, dass man sie erst unter der Loupe recht deutlich erkennt.

Diese Streifen pflegen gewöhnlich in einem und demselben Steinbruche, ja oft in einer und derselben Gegend genau dieselbe Richtung innezuhalten; bisweilen ändert sich jedoch die Richtung von einer Spaltungsfläche zur anderen; selten durchkreuzen sich zwei Streifensysteme. Wie häufig übrigens diese Structur vorkommt, so ist sie doch keinesweges durchgreifend ausgebildet, daher sie in grossen Districten gänzlich vermisst wird, während sie in anderen Districten fast an jedem Stücke wahrzunehmen ist. Auch wechseln zuweilen gestreifte und ungestreifte Schichten mit einander ab. Die sehr stark gestreiften Schiefer erhalten dadurch eine fasrige, fast asbestartige Structur, und liefern scheitförmige oder stänglige Bruchstücke; auch zeigen sie oft eine zweite Spaltungsrichtung, deren Ebene der Streifung parallel ist.

Ausser dieser feinen und gewöhnlich sehr gleichmässigen Streifung finden sich auch noch bisweilen gröbere und ungleichmässige, aber in der Regel gleichfalls parallele Streifungen und Furchungen der Spaltungs- und Schichtungsflächen, welche nicht selten an die Wellenfurchen (I, 507) der sedimentären Gesteine erinnern.

Die in den Schiefern der Uebergangsformation so häufig vorkommende transversale Schieferung findet sich zwar hier und da auch in den Schiefern der Urschieferformation, sie giebt sich aber als eine weit seltenere Erscheinung zu erkennen, so dass man grosse Thonschieferdistricte durchwandern kann, ohne eine Spur derselben zu entdecken.

Sie soll z. B. in den alten Schiefern der Ardennen nach Hennezel und Sauvage recht häufig vorkommen; in den Thonschieferdistricten des Erzgebirges und Norwegens gehört sie zu den Seltenheiten*), und in den Schiefern von Massachusetts wird sie durchaus vermisst; *excepting in the argillaceous slate, connected with the greywacke*, sagt Hitchcock, *I have not been able to find in this rock planes of stratification, running in a different direction from the laminae*; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 289).

Dagegen findet sich in manchen dickschiefrigen, sehr krystallinisch aussehenden Thonschiefern die merkwürdige Erscheinung, dass sie mit einer, die Parallelstructur und Schichtung fast rechtwinkelig durchsetzenden Farbenstreifung versehen sind, welche meist in sehr feinem Maassstabe ausgebildet ist, und wohl nicht mit jener, in breiten Zonen vorkommenden Farbenstreifung verwechselt werden darf, wie solche in den transversal geschieferten Gesteinen durch den Wechsel wirklicher, verschieden gefärbter Lagen und Schichten bedingt wird.

*) Ein ausgezeichnetes Beispiel findet sich in einem Steinbruche bei Marbach unweit Nossen, wo mitten zwischen denen, 50° nach N. einfallenden und ganz normal geschieferten Schichten zwei, ungefähr 3 Fuss mächtige Schichten eingeschaltet sind, in deren einer die Schieferung fast vertical steht, während sie in der anderen nur etwa 20° nach N. einfällt.

Die **Schichtung** des primitiven Thonschiefers ist theils sehr ebenflächig, wie in den Dachschiefern, theils wellenförmig oder unregelmässig gebogen; ja, bisweilen sind die Windungen der Schichten eben so verworren, wie sie am Glimmerschiefer vorkommen.

Solche höchst auffallende und wahrhaft unbeschreibliche Windungen der Thonschieferschichten finden sich z. B. an den Felsen des Muldenufers bei Oberhasslau, zwischen Zwickau und Schneeberg, und überhaupt an vielen Puncten des Erzgebirgischen Thonschiefergebietes, wie sie sich denn auch in den Schiefergebirgen anderer Länder wiederholen.

Dass die Köpfe oder die oberen Enden der steilen Thonschieferschichten nicht selten auf ziemlich bedeutende Tiefe umgestaucht und dadurch zu einem ganz entgegengesetzten Fallen gelangt sind, diess wurde, als eine bei allen schiefrigen und dünnschichtigen Gesteinen vorkommende Erscheinung, bereits früher (I, 919) erwähnt. Man hat diese Erscheinung, welche sich besonders auf stark geneigtem Terrain findet, wo die Schichtenköpfe zu Tage austreten, und abwärts, in der Richtung des Terrainabfalls umgestülpt sind, sorgfältig zu berücksichtigen, um nicht über die wahre Lage der Schichten getäuscht zu werden. Auch an denen, die Schichten durchsetzenden Klüften sind die Schieferlamellen bisweilen umgestaucht, ja, es kommt mitunter vor, dass in schmalen, zwischen zwei dergleichen parallelen Klüften enthaltenen Schieferstreifen die Schieferung durchgängig aus ihrer wahren Lage gerückt ist, und daher zweimal hinter einander geknickt erscheint.

Uebergänge zeigt der **krystallinische** Thonschiefer besonders häufig in Glimmerschiefer, dann in Chloritschiefer und Quarzitschiefer, auch wohl in Hornblendschiefer und Grünsteinschiefer. Sehr verbreitet sind in manchen Gegenden **Mittelgesteine** zwischen Glimmerschiefer und Thonschiefer, welche sich als **Thonglimmerschiefer** oder als **Glimmerthonschiefer** bezeichnen lassen, je nachdem sie mehr dem Glimmerschiefer oder dem Thonschiefer genähert sind. Die mehr **pelitischen** Thonschiefer gehen bisweilen in Alaunschiefer, Kieselschiefer und Grauwackenschiefer über. — Die Uebergänge in Gneiss oder gneissähnliche Gesteine, in Cornubianit und dergleichen, sind eben so zu beurtheilen, wie jene in die Chiastolithschiefer und Fleckschiefer; sie finden sich in der Regel nur an der Gränze grösserer Ablagerungen von Granit oder Syenit, und gelten als Producte der metamorphosirenden Einwirkungen dieser Gesteine.

So wird der Thonschiefer an der Gränze des Granites im Müglitzthale stellenweise gneissartig; der Schiefer in der Umgebung der Kirchberger und Lauterbacher Granitpartieen aber zeigt alle mögliche Uebergänge durch Fleckschiefer bis in Cornubianit, während längs der Syenitgranit-Gränze von Leuben bis Lockwitz häufiger Uebergänge durch Knotenschiefer in glimmerschieferähnliche und gneissähnliche Gesteine angetroffen werden.

Der Thonschiefer ist der **Zersetzung** mehr oder weniger unter-

worfen, je nachdem er ärmer oder reicher an Kieselerde ist; sehr kieselreiche Varietäten sind fast eben so unzerstörbar, wie der Kieselschiefer selbst; die weicheren Varietäten unterliegen früher oder später der Zerstörung, sie blättern sich auf, zerfallen in kleine scheibenförmige und stänglige Stücke, welche sich allmälig noch weiter zersetzen. Feuchtigkeit und Frost sind besonders wirksam bei dieser Zerstörung, welche noch ausserdem in den eisenkieshaltigen Varietäten durch die Zersetzung des Kieses unterstützt wird. Die schwarzen, dunkelgrauen und dunkelblauen Schiefer bleichen sich allmälig an der Luft.

Auch der Thonschiefer ist reich an untergeordneten Lagern, als deren wichtigste Quarzit und Quarzschiefer, Kalkstein, Glimmerschiefer, Gneiss, Grünstein und Grünsteinschiefer, so wie verschiedene Erzlager zu nennen sind.

Die Bergformen des Thonschiefers sind auf den Höhen mehr sanft, als schroff; man sieht dort allmälig ansteigende, abgerundete und gewölbte Kuppen. Ganz anders erscheinen die in den tieferen Thälern hervortretenden Formen; da findet man zuweilen die schroffsten und verwegensten Felswände, steil, senkrecht und überhängend, vielfältig zersplittert und in scharfe Kämme und Grate ausgezackt. Wie die tiefen Thäler, so verhalten sich auch die steilen Meeresküsten, an denen der Thonschiefer gleichfalls in sehr schroffen Formen ausgebildet sein kann.

Der alte Thonschiefer ist in manchen Ländern sehr verbreitet. Er bildet im Erzgebirge, im Frankenwalde und in Schlesien recht ansehnliche Districte; der Taunus und der Hunsrück, die Ardennen und die Cevennen bestehen fast nur aus ihm; im mittleren Norwegen ist er auf Filefjeld und Dovrefjeld ausserordentlich verbreitet; in Schottland und Irland, in Ungarn und Spanien so wie in den Alpen sind bedeutende Thonschieferterrains bekannt. Das, nördlich dem Kaukasus vorliegende Andesgebirge, ein grosser Theil von Dagestan, der Altai und die Insel Nova-Semlja bestehen grossentheils aus Thonschiefer; eben so ist er auch in anderen Erdtheilen vielfach nachgewiesen worden.

§. 284. *Chloritschiefer und Talkschiefer als selbständige Bildungen.*

Beide Gesteine kommen zwar gewöhnlich nur untergeordnet, in der Form von Schichten oder Lagern, im Gebiete der primitiven Formation vor; doch gewinnen sie in einigen Gegenden eine solche Entwickelung, dass sie als mächtige und weit fortsetzende Glieder, ja sogar als selbständige Ausbildungsformen der Urschieferformation erscheinen.

So findet sich in den Alpen Salzburgs und Oberkärnthens der Chloritschiefer in solcher Verbreitung und Mächtigkeit, dass er mit seinen untergeordneten Bildungen eine selbständige Etage, ein besonderes Formationsglied der dasigen, ausserdem aus Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer bestehenden Urschieferformation ausmacht. Diese Etage tritt besonders in den Umgebungen des Grossglockner auf, dessen 12158 P. F. hoher Gipfel nach den Beobachtungen von v. Rosthorn und Schlagintweit wesentlich von Chloritschiefer gebildet wird*).

Wir entlehnen aus der trefflichen Schilderung, welche Credner von diesen Gegenden der Centralalpen (im Neuen Jahrbuche für Mineralogie 1850, S. 513 ff.) mitgetheilt hat, die nachstehenden Bemerkungen. Ein umgekehrt fächerförmiges, sehr mächtiges, ostwestlich streichendes Schichtensystem von Gneissgranit bildet die Axe des dortigen Alpenstockes. Auf der Nord- wie auf der Südseite desselben tritt die Urschieferformation auf, in deren Zusammensetzung sich beiderseits drei grosse Hauptglieder unterscheiden lassen. Das tiefste Glied besteht wesentlich aus Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer; eben so auch das dritte oder oberste Glied. Zwischen beiden tritt als zweites oder mittleres Glied ein, vorherrschend aus krystallinischen grünen Schiefern bestehendes Schichtensystem auf, dessen Gesteine sich bald dem Chloritschiefer, bald dem Talkschiefer nähern. Wo der Talkschiefer vorwaltet, da finden sich Lagerstöcke von Serpentin und Gabbro ein; wo der Chloritschiefer in grösserer Entwickelung auftritt, da scheint für ihn das Vorkommen von Albit, in der Varietät Periklin, bezeichnend zu sein, so dass ein albithaltiger Chloritschiefer zum Vorschein kommt**). Eben so bezeichnend ist für diese Gesteine das öftere Vorkommen von Pistazit, welcher nicht selten mit dem Schiefer so reichlich und so innig verbunden ist, dass dadurch ein Pistazitschiefer entsteht. Endlich ist diese Etage der grünen Schiefer auch noch durch das Vorkommen von Titanit, Talkspath, Rhätizit, Magneteisenerz und Titaneisenerz interessant. — Die Gebrüder Schlagintweit bemerken noch, dass der, stets mit etwas Quarz und Talk gemengte Chloritschiefer nicht selten, wie z. B. am Gipfel des Grossglockner, auch Kalkspath enthalte, und in der Umgend dieses Berges ausser zwei grösseren auch viele kleinere Einlagerungen im Kalkglimmerschiefer bilde, von welchem er sich schon in der Ferne durch seine dunkle Farbe unterscheidet.

Eben so findet sich nach Studer der Chloritschiefer in bedeutender Ausdehnung am M. Rosa, im südlichen Theile des Oberhalbsteiner Rheinthales in Graubündten, bei Chiavenna, und im Malencothale im Veltlin,

*) Diese Angabe v. Rosthorn's, welche derselbe schon im Jahre 1829 in Baumgartners Zeitschrift für Physik und Mathematik veröffentlicht hatte, ist neuerdings durch die Gebrüder Schlagintweit vollkommen bestätigt worden. Untersuchungen über die physik. Geogr. der Alpen, 1850, S. 231.

**) Auf diese von Feldspathkörnern erfüllten Chloritschiefer hat schon früher v. Rosthorn die Aufmerksamkeit gelenkt.

oft mit Topfstein und Serpentinschiefer verbunden; der Talkschiefer aber in den südlichen Alpen von Wallis und Tessin, in Toskana, auf Elba und Corsica.

Auch in Schottland spielt der Chloritschiefer eine nicht unwichtige Rolle, so dass Macculloch sich veranlasst fand, daselbst eine selbständige *Chlorite-Series* oder Chloritschieferbildung anzunehmen, von welcher Necker-de-Saussure glaubt, dass sie die Thonschieferbildung vertrete*).

Macculloch bemerkt, dass der Chloritschiefer, ausser seinen, untergeordnet im Gebiete des Glimmerschiefers auftretenden Schichten, auch nordwärts von der Halbinsel Cantyre einen bedeutenden Landstrich Mittelschottlands in ununterbrochener Ausdehnung erfüllt. Er folgt daselbst über Glimmerschiefer in gleichförmiger Lagerung und bildet ein Schichtensystem von mehr als 4 geogr. (20 Engl.) Meilen Mächtigkeit, dessen Schichten meistentheils vertical stehen, und sich durch die Regelmässigkeit und Ebenheit ihrer Ausdehnung von den regellos gewundenen Schichten des Glimmerschiefers in einer sehr auffallenden Weise unterscheiden. Die Schichten verlaufen schnurgerade, obwohl sie oft nur einige Zoll mächtig sind, und behaupten diese Regelmässigkeit in ihrer ganzen Erstreckung. Indessen kommen nach Necker-de-Saussure hier und da auch ganz merkwürdige Windungen der Schichten vor.

Das vorwaltende Gestein dieses Chloritschieferterrains von Argyllshire ist ein sehr unvollkommen schieferiges Gemeng aus Chlorit und Feldspath, zu welchen sich oft Hornblende oder Strahlstein gesellt, wodurch häufige Uebergänge in Hornblendschiefer vermittelt werden. Gemeiner Chloritschiefer tritt nur sehr untergeordnet auf, eben so auch Glimmerschiefer; dagegen ist Quarzit in verschiedenen Varietäten dasjenige Gestein, welches nächst dem Chloritschiefer und Hornblendschiefer den bedeutendsten Antheil an der Zusammensetzung des ganzen Landstriches hat. Talkschiefer erscheint nur in untergeordneten Schichten, gewöhnlich als ein Begleiter von gemeinem Chloritschiefer oder Serpentin.

Eine ganz ausserordentliche Entwickelung zeigen der Talkschiefer und Chloritschiefer nach G. Rose in dem mittleren Theile des Uralgebirges, von Katharinenburg aus weit hinauf nach Norden, so dass hier, auf der Gränze von Europa und Asia, die ausgedehntesten Ablagerungen dieser beiden Gesteine existiren dürften.

Während im südlichen Ural der Talkschiefer nur untergeordnet im Glimmerschiefer, wie bei Slatoust, oder im Thonschiefer, wie bei Miask, auftritt, so gewinnt derselbe im mittleren Ural eine immer grössere Selbständigkeit; nördlich von Katharinenburg findet er sich schon auf dem Kamme, und von Nischnetagilsk an bildet er diesen fast allein bis in den höchsten Norden.

*) *Macculloch Description of the Western islands, II, p.* 283 ff. und *System of Geology, II, p.* 164 ff. *Necker-de-Saussure, Voyage en Ecosse et aux iles Hebrides,* 1821, *III, p.* 515 ff.

Er ist meist sehr dünnschiefrig, besteht aus grünlichgrauem und gelblichgrauem Talke, wird stellenweise gneissartig durch eingesprengte Feldspathkörner, noch häufiger sehr quarzig, hält selbst untergeordnete Lager von Quarzit, und anderwärts Lager von krystallinischem Kalkstein. Als accessorische Bestandtheile führt er besonders Eisenglanz, Magneteisenerz, Talkspath und Strahlstein. Bei Beresowsk und anderwärts findet sich auch das sehr quarzige, mit Kalktalkspath gemengte unter dem Namen Listwänit bekannte talkige Gestein (I, 562).

Der Chloritschiefer ist am Ural eben so verbreitet, wie der Talkschiefer; meist erscheint er graulichgrün und schuppigkörnig, bisweilen in Thonschiefer oder Talkschiefer übergehend. Er ist sehr reich an accessorischen Bestandtheilen, namentlich an Magneteisenerz, dessen Krystalle oft in grosser Menge eingesprengt sind, an Turmalin, Kalktalkspath, Granat, Strahlstein, Magnesiaglimmer, auch Korund, Eisenkies, Kupferkies, Eisenglanz u. a. mehr. (G. Rose, Reise nach dem Ural, II, S. 535 ff.)

Auch in Nordamerika gewinnen die Talkschiefer und Chloritschiefer oft eine solche Ausdehnung, dass sie als selbständige Glieder der Urschieferformation betrachtet werden können; so in Vermont, Massachusetts, Rhode-Island, Maryland, Virginien u. a. Staaten. In manchen der südlichen Staaten gewinnt diese Schieferbildung dadurch ein besonderes Interesse, dass die ihr untergeordneten Quarzlager goldhaltig sind.

Nach Hitchcock findet sich in Massachusetts die grösste Ablagerung des Talkschiefers mitten in dem mächtigen Glimmerschieferzuge der Hoosac-Kette, von welcher sie einen der höchsten Theile ausmacht, indem sie eine, weit hinein nach Vermont laufende Zone bildet, welche stellenweise mehre Meilen breit ist. An der Westseite dieser Talkschieferzone zieht sich eine etwas schmälere Zone von Chloritschiefer hin. Die von Macculloch in Schottland gemachte Beobachtung, dass der Chloritschiefer im Allgemeinen durch die grosse Ebenheit und Regelmässigkeit seiner Schichten ausgezeichnet sei, bestätigt sich auch in der Hoosac-Kette; auch bemerkt Hitchcock ausdrücklich, dass die Schieferung des Gesteines durchaus der Schichtung parallel ist*). In Rhode-Island werden die feineren quarzigen Varietäten des Talkschiefers vielorts als Wetzsteine benutzt. Ausserdem umschliesst er bei Plainfield und Cummington in Massachusetts Lager von rothem Kieselmangan, an sehr vielen Orten aber Lager von Magneteisenerz, so zumal bei Somerset in Vermont und bei Hawley in Massachusetts, wie denn dieses Erz auch dort einen häufigen accessorischen Bestandtheil sowohl des Talkschiefers als des Chloritschiefers bildet. Die meisten Serpentinlager der Hoosac-Kette treten im Gebiete derselben beiden Schiefer auf; das grösste Serpentinlager in Massachusetts aber, nämlich jenes von Middlefield, welches bis 6 Engl. Meilen lang und

*) *Rep. on the geol. of Mass. p.* 358; in Bezug auf die Schichten sagt er: *the chlorite-slate is particularly remarkable in the Hoosac-range for the eveness and beauty of its layers;* dasselbe hebt er p. 354 hervor.

80 bis 100 Ruthen mächtig ist, liegt zwischen Talkschiefer und Hornblendschiefer.

Nach den Beobachtungen von v. Eschwege, Pissis u. A. spielt der Talkschiefer auch in der Urschieferformation Brasiliens eine wichtige Rolle; er ist daselbst mit Thonschiefer und Itakolumit vergesellschaftet, welche beide Gesteine in mächtigen Zonen mit Talkschiefer abwechseln, und in gewissen ihrer Schichten einen grossen Reichthum an Gold verschliessen. Die Talkschiefer Brasiliens sind nach Pissis ganz identisch mit denen der Alpen, bis in das kleinste petrographische Detail, und enthalten bisweilen Hornblende, Grammatit und Disthen.

Nach v. Eschwege bildet dieser Talkschiefer auch die eigentliche Lagerstätte der berühmten Brasilianischen Topase. In dem ganzen Striche von Boa-Vista bis Chiqueiro, also auf eine Länge von mehren *legoas* umschliesst der Schiefer Lagen und Nester von Quarz und Steinmark, in welchen die Topase mit Bergkrystall, Rutil, Titaneisenerz, Glanzeisenerz und Euklas vorkommen. Alle diese Krystalle sind gewöhnlich von ihrer Basis abgebrochen, und stecken wie eingeknätet in der Masse des Steinmarks; (Beiträge zur Kenntniss Brasiliens, S. 278 ff. und Pluto Brasiliensis, S. 385).

In Afrika giebt es ebenfalls bedeutende Chloritschiefergebiete. So bildet dieser Schiefer nach Russegger das ganze Gebirge von Fasoglo in Sennaar; er steht namentlich am blauen Flusse vielfach an, enthält einzelne höhere Berge von Gneiss, und ist von zahllosen Quarzausscheidungen erfüllt. Eine Tagereise südlich von Fasoglo, im Thale des Adi, setzen in diesem Chloritschiefer sehr mächtige Quarzitlager auf, welche Gold führen, wie denn ein Goldgehalt bei denen im Chloritschiefer und Talkschiefer eingeschlossenen Quarzitlagern besonders häufig vorzukommen pflegt.

§. 285. *Kieselgesteine der Urschieferformation; Quarzit, Itakolumit und Kieselschiefer.*

Von den mancherlei, im Gebiete der Urschieferformation auftretenden untergeordneten Silicatgesteinen sind besonders Quarzit und verwandte Gesteine, Hornblendschiefer, Dioritschiefer und Grünsteine, Chloritschiefer und Talkschiefer, Serpentin und Gneiss zu nennen.

1. Quarzit und Quarzschiefer.

Man kann wohl behaupten, dass die Urschieferformation überhaupt und der Glimmerschiefer insbesondere die eigentliche Heimath der mächtigsten und ausgedehntesten Quarzitbildungen sei, welche zuweilen in

solchen Dimensionen auftreten, dass man sie fast eher als coordinirte, denn als subordinirte Gebirgsglieder betrachten möchte. In einigen Gegenden, wo die Thonschiefer zum Theil durch Talkschiefer oder Chloritschiefer vertreten werden, spielt auch der Itakolumit eine wichtige Rolle, und in den oberen Etagen des Thonschiefers erscheint bisweilen der Kieselschiefer, obwohl die bedeutendsten Ablagerungen dieses Gesteins erst im Gebiete der Uebergangsformation auftreten.

Die dem Glimmerschiefer untergeordneten Quarzite haben in der Regel einen sehr krystallinischen Habitus, und erscheinen theils als reine, körnige bis dichte, theils als glimmerhaltige Quarzite und als Quarzschiefer, welche letztere sich oft durch allmälige Uebergänge aus dem Glimmerschiefer entwickeln. Alle diese Gesteine sind gewöhnlich weiss oder hellfarbig, bisweilen grau, gelb oder roth, die feinkörnigen oder dichten Varietäten auch wohl mit einer nebeligen, gestreiften oder gebänderten Farbenzeichnung versehen. Manche gelbe und rothe Varietäten erscheinen durch eingesprengte Glimmerschuppen als Avanturin; (z. B. im südlichen Ural und Taganai, nach G. Rose).

Gewisse körnige Quarzite haben ein sandsteinähnliches oder psammitisches Ansehen; andere erhalten sogar durch eingesprengte grössere Quarzkörner, oder durch förmliche Fragmente und Geschiebe von Quarz einen psephitischen Habitus.

Die glimmerhaltigen Varietäten sind zuweilen mit einer ausgezeichneten linearen Parallelstructur versehen, welche bei manchen Quarzschiefern als eine sehr feine parallele Streifung ihrer mit Glimmerschüppchen bedeckten Spaltungsflächen erscheint. Einige enthalten langgestreckt-ellipsoidische, spindelförmige oder cylindrische Formen, deren Axen insgesammt parallel liegen, deren Masse sich aber gar nicht oder nur wenig von der des übrigen Gesteins unterscheidet. Selten kommen poröse Varietäten vor.

Eine mit der psephitischen Ausbildung der Quarzite verwandte Erscheinung ist es, dass in der Nachbarschaft mächtiger Quarzitzonen bisweilen auch andere Gesteine der Urschieferformation, z. B. Glimmerschiefer und Chloritschiefer, eine conglomeratähnliche Beschaffenheit annehmen, indem sie, eben so wie die sie begleitenden Quarzite, Geschiebe oder geschiebähnliche Concretionen von ganz verschiedener Beschaffenheit umschliessen. Diese Erscheinung findet sich z. B. nach Leopold v. Buch und Keilhau am Rostenberge auf Dovrefjeld, nach Keilhau's und meinen eigenen Beobachtungen in Tellemarken an vielen Puncten, von wo sie besonders Keilhau sehr genau beschrieben hat*), nach Macculloch am Berge Sheballien in Pertshire in

*) Okens Isis, 1824, S. 315 ff. und *Gäa Norvegica I*, 430 f.

Schottland. Es beweisst dies wohl, dass bei der Ausbildung solcher Schichten schon gewöhnliche sedimentäre Operationen mit im Spiele gewesen sind. Dagegen dürften die ähnlichen Erscheinungen, welche bei Clanzschwitz unweit Oschatz, in Rhode-Island und Massachusetts vorkommen, mehr auf metamorphische Einwirkungen zurückzuführen sein, für welche man freilich auf Dovrefjeld und in Tellemarken vergeblich nach einer Ursache suchen würde.

Von der linearen Parallelstructur der Quarzite war schon im ersten Bande S. 470 die Rede. Aehnliche mandelförmige oder fast cylindrische Concretionen, wie sie daselbst am Quarzite von Krummendorf in Schlesien erwähnt wurden, kommen nach Macculloch auch an gewissen Schottischen Quarziten vor, finden sich aber nach Keilhau besonders häufig an den talkigen Quarzschiefern Tellemarkens, wo der Quarz oft in langgezogenen Mandeln oder in fingerdicken Cylindern ausgebildet ist, deren Axen durchgängig dieselbe Richtung behaupten; (Okens Isis, 1824, S. 316 u. 325 und *Gäa Norvegica*, *I*, 431).

Was die seltenen porösen Varietäten betrifft, so beschreibt Hitchcock von Pittsfield in Massachusetts unter dem Namen Buhrstone*) einen dem Pariser Mühlsteinquarz ähnlichen, porösen, feinkörnigen Quarzit, dessen langgezogene Poren alle der Schichtungsfläche parallel liegen, und mit einer gelblichen Substanz überzogen sind; das Gestein wird als Mühlstein sehr geschätzt, ist aber, wie Hitchcock ausdrücklich bemerkt, unzweifelhaft eine der primitiven Formation angehörige Bildung; (*Rep. on the geol. of Mass. p.* 41).

Von accessorischen Bestandtheilen ist, ausser dem Glimmer, besonders Feldspath zu erwähnen, welcher manchen Quarziten eingesprengt, dabei aber nicht selten zu Kaolin zersetzt ist; andere bisweilen vorkommende Bestandtheile sind Granat, Cyanit, Turmalin, Hornblende, Rutil, Magneteisenerz, Eisenkies, Arsenkies, und Gold. Noch ist als ein merkwürdiger Bestandtheil einer mächtigen, im Glimmerschiefer eingelagerten Quarzitzone der Schwefel zu erwähnen, welcher nach v. Humboldt bei Ticsan, zwischen Quito und Cuenca, meist in Nieren von 3 bis 4 Zoll, aber in so grosser Menge vorkommt, dass er bergmännisch gewonnen wird.

Keilhau berichtet eine ganz merkwürdige Erscheinung vom Gipfel des Goustafjeld in Norwegen; derselbe besteht nämlich theils aus reinem, theils aus feldspathreichem Quarzit; beide Varietäten wechseln jedoch nicht schichtenweise, sondern in Streifen ab, welche die 20 bis 30° fallenden Schichten in einer, der Vertical-Ebene des Fallens parallelen Richtung durchsetzen; da die letztere Varietät der Verwitterung unterliegt, so wird dieser hohe Gipfel von vielen Schrunden durchfurcht, welche alle dem Laufe der feldspathreichen Zonen folgen. — Im Erzgebirgischen Schieferterrain ziehen sich nach Cotta

*) Wohl zu unterscheiden von dem Burrstone der Eocänformation in Carolina, Georgia und Alabama.

an der Gränze des Glimmerschiefers und Thonschiefers viele Quarzschieferlager hin, welche bald Granat, bald Magneteisenerz, bald Eisenkies enthalten. Gesteine, welche aus Quarz und viel eingesprengter Hornblende bestehen, sind in Norwegen nicht selten. Die schörlführenden Quarzite schliessen sich dem Schörlschiefer an.

Die Quarzite sind bisweilen sehr undeutlich, überhaupt aber um so deutlicher und vollkommener geschichtet, je mehr sie sich der Natur des Quarzschiefers nähern, dessen Schichtung immer höchst ausgezeichnet ist. Die Schichten sind bald mächtig, bald schmal, nicht selten plattenförmig, bisweilen aber so ebenflächig und dünn wie gehobelte Breter. Obgleich gewundene Schichten nicht so gar häufig vorkommen, so kennt man doch Beispiele von sehr merkwürdigen Krümmungen und Biegungen.

Einen prächtigen dünnplattenförmigen Quarzit beschreibt z. B. Leopold v. Buch aus dem Glimmerschiefer am Porsangernäss, hoch oben in Norwegen; die dünnen Platten sind so glatt und eben, als wären sie künstlich geschnitten. Auffallende Schichtenbiegungen zeigt der Quarzit auf der Insel Anglesea und in Ben-Gloe in Schottland, gerade wie Glimmerschiefer, und zum offenbaren Beweise, dass er sich einstmals in einem flexibeln Zustande befand. Aehnliche Biegungen sind auch in Norwegen und anderwärts beobachtet worden. Ganz auffallende Beispiele erwähnt Darwin von den Falklandsinseln; an einer Stelle beschrieb die Krümmung einen Bogen von 90°, bei nur 7 Fuss Krümmungshalbmesser, und Sulivan sah daselbst halbcylindrische oder rinnenförmige Quarzschalen, deren eine 20 F. lang und 12 F. breit war; (*Quart. Journ. of the geol. soc. II*, 272). Der dünnplattenförmige Quarzit besteht zuweilen aus lauter langgestreckten, stark comprimirten cylindrischen Körpern von conform schaliger Zusammensetzung und scharf linsenförmigem oder sehr lang elliptischem Querschnitte; alle diese schilfartig cylindrischen Schalen liegen parallel über und neben einander gedrängt, so dass ihre Axen durchaus dieselbe Richtung behaupten; Laurgaard am Fusse von Dovrefjeld, Göra im Sundthale, u. a. Gegenden Norwegens*).

Die Quarzite sind fast unverwüstliche Gesteine; bei den reinen Varietäten kann von einer eigentlichen Verwitterung gar nicht die Rede sein, welche nur die mit viel Feldspath, Glimmer oder anderen zersetzbaren Mineralien gemengten Varietäten betreffen kann. Doch erscheint in freistehenden Felsen auch die Oberfläche mancher körnigen Quarzite bisweilen wie benagt und angefressen, und selbst die compacten Varietäten haben mitunter eine glatte, glänzende, fast glasartig erscheinende Oberfläche erhalten.

Die Quarzitberge sind gewöhnlich steil und schroff, klippig und zackig; sie ragen als Kegel und Hörner, oder als scharfe Kämme über

*) Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens II, 291.

ihre Umgebungen auf, und geben sich oft schon aus der Ferne durch ihre weisse Farbe und kahle Oberfläche zu erkennen. Denn nur wenige Gesteine dürften einen so steinigen und unfruchtbaren Boden liefern, wie die Quarzite und Kieselschiefer.

Sehr schroffe kegelförmige Berge bildet der Quarzit z. B. auf der Schottischen Insel Jura (die sog. *paps of Jura*), und in Irland unweit Dublin, wo die beiden Zuckerhüte (*sugar-loafs*) aufragen. Noch häufiger kommen weit fortziehende scharfe Felsenkämme vor, wie z. B. im Sächsischen Voigtlande bei Falkenstein, in Norwegen, in Estremadura, am Taganai, und fast überall, wo mächtige Lager oder Zonen von Quarzit mit einigermaassen steilen Schichten aus dem Schiefergebirge hervortreten.

Die Urschiefer-Territorien aller Länder haben mehr oder weniger bedeutende Schichtenzonen von Quarzit aufzuweisen, welche bisweilen eine Mächtigkeit von mehren tausend Fuss und eine Längenausdehnung von vielen geographischen Meilen erreichen; in vielen Fällen sind es jedoch schmälere Zonen, und gar häufig blose Lager, Stöcke oder auch einzelne Schichten, welche dem Schiefergebirge eingelagert sind. Die mächtigeren Zonen erscheinen bisweilen als fächerförmige Schichtensysteme, welche sich zu beiden Seiten an andere schiefrige Gesteine anlehnen, während in der Mitte ihre Schichten vertical stehen.

Alle diese Vorkommnisse sind den Schiefern gewöhnlich ganz regelmässig eingelagert, auch wohl durch Gesteinsübergänge oder Wechsellagerung mit ihnen verbunden. Doch sollen bisweilen eigenthümliche Anomalieen der Lagerung und wenigstens stellenweise abnorme Verbandverhältnisse vorkommen. Diess hat wohl auch die denkwürdige Ansicht veranlasst, dass die Quarzite z. Th. als eruptive Gesteine zu betrachten seien; eine Ansicht, welche nicht befremden kann, wenn sie von Denen ausgesprochen wird, die sogar die Quarznester im Glimmerschiefer für eruptiv halten (oben S. 118). Auch Kapp neigte sich zu dieser Ansicht (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 318), und Russegger will hoch oben in Norwegen bei Alten Erscheinungen beobachtet haben, welche dafür sprechen sollen, dass der Quarzit als eine dickflüssige Masse aus Spalten hervorgebrochen sei, und sich auf der Oberfläche hingewälzt und ausgebreitet habe; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. XV, 1840, S. 760). Ja, noch ganz neuerdings erwähnt Rozet aus den östlichen Pyrenäen *de masses quartzo-ferrugineuses, qui ont coulé à la manière des laves; (Comptes rendus, t.* 31, 1850, 885). Gegen Russegger's Angaben erklärt sich Keilhau sehr entschieden; (*Gäa Norvegica I*, 280). An eine eruptive Bildung im feurigflüssigen Zustande hat wohl auch Niemand gedacht; wenn sich aber der Quarzit längere Zeit in einem plastischen Zustande befunden hat, oder wenn ihm sein Material durch Mineralquellen geliefert worden sein sollte, so können sich wohl stellenweise Erscheinungen ausgebildet haben, wie sie gewöhnlich nur bei eruptiven Gesteinen vorzukommen pflegen.

Die dem Thonschiefer, Chloritschiefer und Talkschiefer eingelager-

ten Quarzite stimmen im Allgemeinen mit denen im Glimmerschiefer auftretenden Quarziten überein; doch pflegen namentlich im Thonschiefer mehr feinkörnige und dichte, oft mit Schiefer gemengte Varietäten vorzukommen.

Die Quarzite des Taunus zeigen nach Stifft die merkwürdige Erscheinung, dass sie den Thonschiefer mit einer weniger starken Neigung, ja z. Th. sogar sehr flach überlagern, und stellenweise Schieferstücke von mehren Zoll Länge umschliessen. Auch Sandberger sagt vom Taunusquarzit, er überlagere anscheinend den Schiefer, und halte nicht selten Fragmente desselben; am Schläferskopfe z. B. so reichlich, dass fast eine ganze Schicht daraus besteht; (Stifft, Geognost. Beschr. des Herz. Nassau, 1831, S. 451 f. und Sandberger, Jahrbücher des Vereins für Naturk. im Herz. Nassau, 6. Heft, S. 13). Diese und andere Verhältnisse veranlassten Kapp zu der Ansicht, dass die Kieselerde in der Form eines gallertartigen Breies von unten heraufgetrieben wurde, während Raht diese Quarzite mit Quarz- und Erzgängen in Verbindung denkt. (Neues Jahrb. für Min. 1833, 415 und Ann. der Chemie und Pharmacie, Bd. 42, S. 86 f.)

2. Itakolumit. (I, 546.)

Der Itakolumit ist ein dem Quarzschiefer so nahe verwandtes Gestein, dass man ihn fast nur als eine besondere Varietätengruppe desselben betrachten möchte. Die charakteristischen Varietäten sind durch das etwas lockere, körnigschiefrige Gefüge und durch den Talk- oder Chloritgehalt ausgezeichnet, gehen aber in andere Varietäten über, welche dem gewöhnlichen Quarzschiefer und Quarzite schon näher stehen. Auch wiederholt sich am Itakolumit die am Quarzite erwähnte Erscheinung, dass er zuweilen ein sandsteinähnliches oder auch, durch eingeschlossene Brocken und Gerölle von Quarz, ein psephitisches Ansehen erhält.

Obgleich nun der Itakolumit auch in Europa, wie z. B. im nördlichen Portugal und im angränzenden Galicien, im südlichen Ural*), so wie in Nordamerika (in Nordcarolina und Georgia) bekannt ist, so erlangt er doch in Brasilien eine so vorzügliche Wichtigkeit, dass wir sein dortiges Vorkommen etwas näher betrachten müssen. Nach den Berichten von Eschwege, Spix und Martius und Pissis**) erscheint der

*) Wo er jedoch auf fossilhaltigem Dolomit liegt, und folglich kein Glied der Urschieferformation bildet. Vergl. Zerrenner in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. I, S. 484.

**) v. Eschwege, Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, 1832, S. 172 ff. und Pluto Brasiliensis, 1833, S. 207 ff. v. Martius, Reise in Brasilien und Pissis im *Bull. de la soc. géol. t.* 13, 1842, *p.* 282 ff. auch *Comptes rendus, t.* 17, 1843, *p.* 28 ff.

Itakolumit Brasiliens als ein sehr bedeutsames Glied der dortigen Urschieferformation, welche wesentlich von Thonschiefer, Talkschiefer und Itakolumit, nebst untergeordneten Einlagerungen von Eisenglimmerschiefer und Itabirit, gebildet wird, dem Gneisse regelmässig aufgelagert und, wegen ihres Goldreichthums und Diamantgehaltes, als eine sehr werthvolle Formation zu betrachten ist. Diese Formation, in welcher die drei herrschenden Gesteine in sehr mächtigen Schichtenzonen wiederholt mit einander abwechseln, lässt sich durch 17 Breitengrade von St. Paulo bis nach Ceará an die Nordküste des Landes verfolgen, und bildet in einer Längenausdehnung von 12 Breitengraden ein im Allgemeinen 2000 bis 3000 Fuss hohes Gebirgsland, innerhalb dessen sich drei grosse, nordsüdlich streichende, und stellenweise bis 6000 F. hoch aufragende Gebirgsketten unterscheiden lassen, welche von der Serra dos Vertentes, der Wasserscheide des la Plata und des Amazonenstromes gekreuzt werden.

Auf den Gneiss folgt bei Villa-Rica zuerst eine 30 bis 40 F. mächtige Schicht röthlich-braunen Thonschiefers, dann Itakolumit mit goldhaltigen Quarzlagern und Quarzgängen, welche mit der sogenannten Carvoeira in Verbindung stehen*); dieser erste Itakolumit wird von 40 bis 70 F. Eisenglimmerschiefer bedeckt, auf welchen aschgrauer Thonschiefer, Glimmerschiefer und abermals grauer, zuletzt braunrother Thonschiefer folgt, über den eine zweite sehr mächtige Itakolumitzone gelagert ist; weiterhin nochmals Thonschiefer, der nach oben wiederum braunroth erscheint, und von der, im Itakolumi über 5400 F. hoch aufragenden Itakolumitmasse bedeckt wird. Der unterste Itakolumit ist feinkörnig, sehr dünnschichtig und biegsam in allen Graden; die mittlere und die obere Ablagerung dagegen erscheinen immer grobkörniger und sehr mächtig, ja bisweilen fast gar nicht geschichtet. Die braunrothen Thonschiefer sind meist mit Goldstaub geschwängert, und der Eisenglimmerschiefer, welcher als ein beständiger Begleiter der ersten Itakolumitzone oft viele Meilen weit verfolgt werden kann, ist nicht nur selbst goldhaltig, sondern umschliesst auch goldreiche Lager von Brauneisenerz und Quarz.

Bei Itabira und an den Quellen des Ribeirao de Cadonga beobachtet man dieselbe Reihenfolge der Gesteine, wie bei Villa-Rica; bei Villa-do-Principe und im ganzen Serro do Frio, dem eigentlichen Diamantendistricte, tritt der Itakolumit überall zu Tage aus, bildet unweit Tijuco die abenteuerlichsten, an künstliche Monumente erinnernden Felsformen, und erscheint fast in allen möglichen Varietäten. Durch dieses Vorwalten des quarzigen Gesteins wird

*) Diese Carvoeira bildet gewöhnlich ein Zwischenlager zwischen dem rothbraunen Schiefer und Itakolumit, und erscheint theils als ein goldhaltiger Quarzit mit Nestern und Trümern von Arsenkies, Eisenkies, Antimonglanz, theils als ein schwarzer mit Arsenkies imprägnirter Schörlquarzit. Die den Itakolumit durchsetzenden Quarzgänge vereinigen sich nach unten mit dem Carvoeira-Lager, setzen aber nicht hinab bis in den Thonschiefer; (Eschwege, Beiträge u. s. w. S. 178 ff.).

der Diamantendistrict zu einer kahlen felsigen Einöde, in welcher nur die Stadt Tijuco hervorleuchtet. — Am Pic de Itabira, an der Serra da Piedade und an andern Puncten treten auch theils im Itakolumit, theils im Schiefer die mächtigen aus Magneteisenerz und Glanzeisenerz bestehenden Stöcke des von Eschwege so genannten Itabirites auf (I, 688).

3. Kieselschiefer.

Ausser diesen quarzitähnlichen Gesteinen erscheinen auch schon hier und da im Gebiete des Thonschiefers, zumal in den oberen Etagen desselben, Einlagerungen von Kieselschiefer und ähnlichen ganz dichten Kieselgesteinen, welche, eben so wie die sie einschliessenden Schiefer, als Vorläufer der entschieden sedimentären Formationen zu betrachten sein dürften, die auf die kryptogene Urschieferformation gefolgt sind. Diese Kieselschiefer werden sogar nicht selten von Alaunschiefer begleitet, dessen Kohlenstoff möglicherweise schon von organischen Wesen zu deriviren sein dürfte, wodurch es gleichfalls sehr wahrscheinlich wird, dass wir uns hier auf der Gränze zwischen der Urschieferformation und der Silurischen Formation befinden. Im Glimmerschiefer gehören ähnliche Vorkommnisse zu den sehr seltenen Erscheinungen.

Will man diese Etagen des Thonschiefers schon als fossilfreie silurische Schichten deuten, so lässt sich dagegen bemerken, dass diess eben nur eine willkürliche und conventionelle Interpretation sein würde, welche mit demselben Rechte auf die ganze Urschieferformation ausgedehnt werden könnte, und dass der Begriff der Silurformation dadurch zwar eine gränzenlose Erweiterung, aber gewiss keine festere Begründung gewinnen würde.

Dass die Smirgellager der Insel Naxos und Kleinasiens, welche daselbst mit Kalkstein verbunden sind, schon zum Theil im Glimmerschiefer liegen, diess ist bereits oben S. 95 erwähnt worden. Bekanntlich kommt auch in Sachsen, westlich von Schwarzenberg am Ochsenkopfe, ein aus Beilstein (Agalmatolith) und Smirgel bestehendes Lager im Glimmerschiefer vor.

§. 286. *Krystallinische Silicatgesteine, als untergeordnete Bildungen der Urschieferformation.*

Hier haben wir zuvörderst des Glimmerschiefers und des Thonschiefers selbst zu gedenken, welche gegenseitig für einander als untergeordnete Bildungen erscheinen können, indem hier und da im Glimmerschiefer schon einzelne Einlagerungen von Thonschiefer, und umgekehrt im Thonschiefer noch einzelne Einlagerungen von Glimmer-

schiefer auftreten; was besonders nahe an der Gränze grösserer Territorien der beiderseitigen Gesteine vorzukommen pflegt.

Auf dieselbe Weise sind auch Chloritschiefer und Talkschiefer, theils für einander selbst, theils in Bezug auf Glimmerschiefer oder Thonschiefer als bisweilige untergeordnete Vorkommnisse zu erwähnen, da sich in manchen Glimmerschiefer- oder Thonschiefergebieten einzelne Lager oder Schichtenzüge von Chloritschiefer oder Talkschiefer vorfinden.

Chloritschiefer im Glimmerschiefer z. B. bei Bernstein in Ungarn und vielorts in Schottland; im Thonschiefer bei Hartenstein in Sachsen; Talkschiefer im Thonschiefer bei Rudolphstein zwischen Gefell und Lichtenberg im Fürstenthum Reuss. Interessant ist das Ghloritschieferlager, welches nach G. Rose am Ural im Gimmerschiefer der Nasimskaja auftritt, da es sehr reich an Granat, Diopsid, krystallisirtem Chlorit, Vesuvian, Apatit, Titanit und Magneteisenerz ist; ebendaselbst findet sich in der Schischimskaja ein Lager von Talkschiefer, welches ziemlich häufig Chlorospinell, Magneteisenerz und Granat, selten Xanthophyllit und Hydrargillit umschliesst; (Reise nach dem Ural u. s. w. II, 116 und 124).

Gneiss tritt häufig im Glimmerschiefer, seltener im Thonschiefer als eine untergeordnete Bildung in der Form von Lagern und Lagerstöcken auf, welche letztere gewöhnlich als Bergkuppen über ihre Umgebung emporragen. So z. B. in Sachsen im Glimmerschiefer zwischen Oederan, Augustusburg und Eppendorf, und im nordöstlichen Thonschieferdistricte bei Tanneberg, Munzig und Herzogswalde, auch im alten Thonschiefer bei Gefell, und besonders bei Hirschberg und Tiefengrün im Reussischen, so wie in vielen Gegenden Norwegens.

Bisweilen sind es jedoch blose metamorphische Modificationen des Glimmerschiefers, welche als locale Vorkommnisse von Gneiss erscheinen, wie z. B. der oben S. 120 erwähnte Gneiss der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen, und der Gneiss, welcher sich im Glimmerschiefer Schottlands als die nächste Umgebung der darin auftretenden Granitmassen vorfindet; doch erstreckt sich auch dort, wie Macculloch bemerkt, die Umwandlung des Glimmerschiefers nur auf geringe Entfernungen vom Granite.

Hornblendschiefer und überhaupt Amphibolite, so wie die ihnen so nahe stehenden Diorite und Dioritschiefer sind keine seltenen Erscheinungen im Gebiete der Urschieferformation, zumal in denen von Glimmerschiefer, Talkschiefer oder Chloritschiefer gebildeten Territorien.

Im Glimmerschiefer Schlesiens finden sich z. B. häufige Einlagerungen von Hornblendschiefer zwischen Rudolstadt und Jänowitz, bei Ober- und Niederhaselbach, Schreibendorf, Neuwaltersdorf u. a. O.; auch in Landeck sind sie zahlreich vorhanden, und oft nach allen Richtungen von Quarzadern

durchzogen (Landecker Diamanten), welche mitunter schöne Sphärengesteine hervorbringen, indem der krystallinische Quarz concentrische Umhüllungen um Fragmente des Nebengesteins bildet; (L. v. Buch, Versuch einer mineral. Beschr. von Landeck, 1797, S. 12). In Norwegen erscheinen, ausser häufigen Einlagerungen von gewöhnlichem Hornblendschiefer und Amphibolit, auch nicht selten Lager, welche aus krystallinischem Quarz und aus Hornblende bestehen. Auch liessen sich hierher manche Strahlsteinlager rechnen, wie sie z. B. in Sachsen in der Gegend von Schwarzenberg vorkommen; da sie jedoch gewöhnlich erzführend sind, so verweisen wir sie zu den Erzlagern.

Etwas seltener scheinen dergleichen hornblendige Gesteine in dem Gebiete des Thonschiefers aufzutreten; doch sind sie auch dort in manchen Gegenden bekannt, und noch neuerdings hat Beyrich das häufige Vorkommen von Hornblendschiefer und Dioritschiefer in dem Glatzer, vorwaltend aus grünen Schiefern bestehendem Urschiefergebirge nachgewiesen; (Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, S. 68).

Grünsteine und Grünsteinschiefer aus der Gruppe des Diabases (I, 594) treten wohl nur selten im Glimmerschiefer, dagegen ziemlich häufig im Thonschiefer auf; sie bilden oft regelmässige Lager oder Lagerstöcke, und dürften wohl zum Theil als Grünsteintuffe (I, 704) zu betrachten sein, wie solches namentlich von vielen Grünstein schiefern sehr wahrscheinlich ist.

Im nordöstlichen Thonschieferdistricte des Erzgebirges, bei Herzogswalde und weiter abwärts im Triebischthale, so wie in dem centralen Thonschieferdistricte, bei Lössnitz, Hartenstein und Auerbach, finden sich viele dergleichen Einlagerungen von Grünstein, welche an ihrer hangenden und liegenden Gränze oft als Grünsteinschiefer ausgebildet sind, und, wenigstens in der letzteren Gegend, nach den Beobachtungen von Cotta und Otto Freiesleben, im Allgemeinen eine lagerartige Natur besitzen. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen etc., Heft 2, S. 272 ff.)

Serpentin erscheint besonders häufig im Gebiete der Chloritschiefer und Talkschiefer, wo er gewöhnlich Lagerstöcke bildet, an deren gleichzeitiger Entstehung mit den umgebenden Schiefern gar nicht gezweifelt werden kann. So findet er sich im Ural, in Schottland, in den Alpen und in den meisten Gegenden, wo die genannten Schiefer einige Selbständigkeit erlangen, als ein ganz gewöhnlicher Begleiter derselben; (vergl. §. 284). Ja sogar die untergeordneten Schichtenzüge dieser Schiefer beherbergen nicht selten kleine Serpentinstöcke. Auch im Glimmerschiefer treten bisweilen Serpentinmassen auf, von welchen es jedoch noch nicht in allen Fällen ausgemacht sein dürfte, ob sie als gleichzeitige Einlagerungen, oder als spätere eruptive Ablagerungen zu betrachten sind.

Ganz ausserordentlich ist die Verbreitung des Serpentins in der Urschieferformation des Ural. So findet er sich nach G. Rose im südlichen Ural bei

Miask und Kyschtimsk, im mittleren Ural bei Katharinenburg, Newjansk und Nischnetagilsk, im nördlichen Ural bei Kuschwinsk, Turinsk und Bogoslowsk. In der Breite von Newjansk und Nischnetagilsk bildet er nicht nur zum Theil den Hauptrücken des Gebirges, sondern auch die weiter östlich gelegene Wasserscheide zwischen dem oberen Tagil und der oberen Neiwa. Ueberall zeigt er sich dem schiefrigen Urgebirge gleichförmig eingelagert. Er ist theils licht theils dunkel grün, selten von verworren fasriger Textur, wie bei Gornoschit, oft nur wenig zerklüftet, oft aber wie aus lauter krummschaligen Massen zusammengesetzt. Manche Varietäten sind frei, andere mehr oder weniger erfüllt von accessorischen Bestandtheilen, unter welchen Diallag, Magneteisenerz und Chromeisenerz als die gewöhnlichsten erscheinen, während Brucit, Kupfer und Gold sehr selten vorkommen, Platin aber nur als äusserste Seltenheit in Serpentingeschieben bei Nischnetagilsk gefunden worden ist*). — Merkwürdig sind die Serpentinhügel am Wege von Miask nach Slatoust, deren jeder einen ellipsoidischen oder lenticularen Stock von dichtem, feinsplittrigem, dunkel grünlichgrauem Granat einschliesst, dessen regellos zerklüftete Masse wie ein Kern von dem schalig abgesonderten Serpentin umgeben wird. Bei Turgojakskaja unweit Statoust kommen ähnliche Serpentinhügel vor, deren Kern jedoch aus feinkörnigem Gabbro besteht; (G. Rose, a. a. O. S. 98 u. 142).

In Schottland findet sich der dem Urschiefer untergeordnete Serpentin besonders bei Inverness, Drimnadrochit und Portsoy; der berühmte Serpentin von Portsoy bildet drei mächtige verticale Lager, deren eines in Amphibolit, das andere zwischen Amphibolit und Kalkstein, das dritte zwischen Talkschiefer und Glimmerschiefer liegt; auf Scalpa kennt man ein sehr mächtiges Serpentinlager zwischen Amphibolit und Talkschiefer; (*Boué, Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 54).

Der Serpentin von Reichenstein in Schlesien, bekannt wegen seines Gehaltes an Arseneisen (axotomen Arsenkies) und Magnetkies, ist auf das Innigste mit einem dem Glimmerschiefer eingelagerten Dolomitlager**) verbunden, dessen Gestein durch die häufige Verflechtung mit Serpentin stellenweise zu einem förmlichen Ophicalcit wird; (L. v. Buch, Geognost. Beobb. auf Reisen etc. I, S. 47). Auch die Serpentine von Dobschau in Ungarn, welche mit körnigem und schiefrigem Gabbro, dem Muttergesteine reicher Kobalterze und Kupfererze, vergesellschaftet sind, kommen nach Beudant im Gebiete des dasigen Glimmerschiefers vor.

Schliesslich gedenken wir noch des körnigen, grünen und gelben Augitgesteins, welches bei Williamsburgh und Chester in Massachusetts dem Glimmerschiefer eingelagert ist, so wie des dichten grauen Skapolithgesteins, welches nach Hitchcock bei Canaan in Connecticut zwischen

*) G. Rose, Reise nach dem Ural etc. II, 540 ff., doch sagt er S. 599 nur: Platin ist angeblich selbst in einem Serpentingerölle angetroffen worden. Helmersen aber bemerkt in seiner Reise nach dem Ural II, 1843, S. 211, dass er bei Solowjewskoi drei Stücke Serpentin gesehen habe, worin Platin in Körnern und Blättchen fest eingewachsen war.

**) Nach Klaproth und Karsten, vergl. Bd. I, S. 677, Anmerkung.

Glimmerschiefer und Kalkstein ein bis 8 Engl. Meilen langes Lager von 100 bis 150 Ruthen Breite bildet, und bei seiner regelmässigen obwohl undeutlichen Schichtung einen trefflichen, in Canaan viel benutzten Baustein liefert; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 315).

§. 287. *Kalkstein, Dolomit und Gyps in der Urschieferformation.*

Unter den krystallinischen Haloidgesteinen der Urschieferformation spielt der Kalkglimmerschiefer (I, 668) oder Kalktalkschiefer*) eine nicht unwichtige Rolle, da er in manchen Gegenden, wie z. B. in den Alpen und in Nordamerika, als ein sehr verbreitetes Gestein auftritt, welches gewöhnlich zwischen Glimmerschiefer oder Chloritschiefer recht mächtige und weit fortsetzende Ablagerungen bildet.

Saussüre beschrieb ihn aus der Gegend von Aosta, wo jedoch der Kalkspath nur höchstens ¼ des ganzen Gesteins ausmacht; auch erkannte er ihn am Mont Cenis, wo das Vorkommen desselben sehr verbreitet ist, wo alle möglichen Mittelglieder zwischen glimmerhaltigem Kalkstein und reinem Glimmerschiefer vorkommen, und z. Th. sehr schöne und regelmässige Platten gebrochen werden. Später scheint der Kalkglimmerschiefer meist mit Glimmerschiefer verwechselt worden zu sein. Russegger führte ihn im J. 1832 von der hohen Riffel in Rauris als eine merkwürdige Varietät des Gneisses auf, in welcher der Feldspath durch Kalkspath ersetzt werde, weshalb denn auch unmittelbare Uebergänge in Kalkstein Statt fänden; (Baumgartners Zeitschrift, Bd. I, 1832, S. 363 f.).

Im Jahre 1833 lehrte uns Hitchcock dieselben Gesteine aus dem Glimmerschiefergebiete von Massachusetts kennen, wo sie am westlichen Ufer des Connecticut, zumal bei Whately, in grosser Verbreitung und in zahllosen Varietäten auftreten, welche zwischen den beiden Extremen Kalkstein und Glimmerschiefer oscilliren, und 40 bis 78 p. C. Kalkspath enthalten. Da der Kalkspath durch die Atmosphärilien ausgenagt wird, so erscheint das Gestein an der Oberfläche mehre Zoll tief ganz porös, schwammig und zerreiblich; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 305 f.). — Studer wiess im Jahre 1839 die grosse Verbreitung des Kalktalkschiefers oder Talkflysches am Mont Cervin oder Matterhorn nach, indem er zeigte, dass das Fundament und der Gipfel dieser imposantesten Felspyramide der Alpen grösstentheils von einem an der Oberfläche roth verwitterten, dem Glimmerschiefer täuschend ähnlichen, aber wesentlich aus krystallinischem Kalke und glänzenden Talkblättchen bestehenden Gesteine gebildet wird, welches dort mit Gneiss verbunden und überhaupt die herrschende Felsart in Wallis und Graubündten ist; (Neues Jahrb. für Min. 1840, 209).

*) Klipstein bemerkt, dass das Gestein füglich als Kalkglimmerschiefer und Kalktalkschiefer unterschieden werden könne, je nachdem hauptsächlich Glimmer oder Talk vorhanden ist. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 702.

Im Jahre 1841 zeigte v. Holger, dass der von ihm unter dem Namen Blauschiefer eingeführte Kalkglimmerschiefer auch in Oesterreich, im Kreise ob dem Manhartsberge vorhanden ist, und später wurde die sehr bedeutende Verbreitung dieses Gesteins in den Salzburger und Kärnthener Alpen von Klipstein, Credner und Schlagintweit nachgewiesen. Aus ihren Darstellungen ergiebt sich, dass der Kalkglimmerschiefer im oberen Möllthale vorwaltet, dass er um Heiligenblut, in der Umgebung des Grossglockner und überhaupt in den Tauern eine sehr grosse Ausdehnung gewinnt, dass er nach Süden bis an die Drau, auch im Kapruner und Kalser Thale, im Fuschthale und Pfitschthale sehr weit zu verfolgen, und überall mit Talkschiefer, Chloritschiefer oder Glimmerschiefer vergesellschaftet ist. (Klipstein a. a. O. S. 692 ff., Credner, Neues Jahrb. für Min, 1850, S. 513 f., Schlagintweit, Untersuchungen über die phys. Geogr. der Alpen, 1850, S. 229 f.)

K a l k t h o n s c h i e f e r; so kann man ein dem Kalkglimmerschiefer ganz analoges Gestein nennen, in welchem der Glimmer oder Talk durch dünne glänzende Thonschiefer-Membranen ersetzt wird, welche oft nur wie ein Hauch auf den Spaltungsflächen ausgebreitet sind. Das Gestein erscheint gewöhnlich blaulichgrau bis schwärzlichgrau, auch gelblichgrau bis gelblichweiss, sein Kalkstein ist feinkörnig bis dicht, und bisweilen in so dünnen Lagen zwischen den Schiefermembranen eingeschaltet, dass das Ganze auf den ersten Anblick leicht mit Thonschiefer verwechselt werden kann.

Auch diese Gesteine sind besonders in den Alpen sehr verbreitet, von wo sie häufig unter dem Namen F l y s c h beschrieben wurden. Nach Studer gewinnt dieser Flysch in den Alpen und in einem Theile Italiens durch Mächtigkeit und ausgedehntes Vorkommen dieselbe Bedeutung, wie der Thonschiefer im mittlern und nördlichen Europa; (Lehrb. der physik. Geogr. I, 158). Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass wohl der grösste Theil der unter dem Namen Flysch aufgeführten Gesteine weit jüngeren und sogar tertiären Formationen angehört, dass daher nur der kleinere Theil derselben dem Kalkthonschiefer der Urschieferformation entspricht, indem durch den zu weit ausgedehnten Gebrauch des Wortes Flysch eine grosse Verwirrung in die Nomenclatur der Alpinischen Gesteine gebracht worden ist; (vergl. Studers Bemerkung über die geologische Bedeutung des Wortes Flysch, in *Bibl. univ. de Genève*, 1849, Mai). Ausgezeichnete Varietäten des Kalkthonschiefers finden sich z. B. im Wallis zwischen Martigny und Lax, im Thale der Salza, zwischen St. Johann und Lend, sowie in der Klam, oder dem Ausgange des Gasteiner Thales, wo das Gestein oft innig mit Graphit gemengt ist. — Aus der obigen Beschreibung ergiebt sich übrigens, dass diese Gesteine wesentlich von dem verschieden sind, was man z. B. im Uebergangsgebirge der Gegend von Christiania Kalkthonschiefer genannt hat.

K a l k s t e i n e gehören zu den sehr häufigen Einlagerungen im Gebiete der Urschieferformation; sie pflegen aber etwas verschieden zu sein, je nachdem sie innerhalb der mehr krystallinischen Gesteine, oder inner-

halb des Thonschiefers auftreten. Die dem Glimmerschiefer, Hornblendschiefer, Chloritschiefer eingelagerten Kalksteine sind gewöhnlich weiss, oder doch hellfarbig, sehr krystallinisch, stehen überhaupt den Kalksteinen des Gneisses sehr nahe, und enthalten zuweilen, eben so wie diese, verschiedene accessorische Gemengtheile, als: Glimmer, Talk, Chlorit, Serpentin, Asbest, Granat, Grammatit, Hornblende, Quarz, Eisenkies, Zinkblende, Bleiglanz, und Graphit. Sie sind daher oft als Cipolin, und nicht selten als Ophicalcit ausgebildet. Die dem Thonschiefer eingelagerten Kalksteine dagegen sind oft grau, oder hell- und dunkelgrau gestreift, sehr feinkörnig bis dicht, und enthalten nur selten accessorische Gemengtheile, unter denen namentlich die Silicate vermisst werden; indessen sind sie häufig, zumal an ihren Gränzen, als Kalkthonschiefer ausgebildet, gerade so, wie die im Glimmerschiefer liegenden Kalksteine öfters einen Cipolin oder Kalkglimmerschiefer darstellen. Diese Verschiedenheiten gelten jedoch nur im Allgemeinen; denn bisweilen finden sich auch im Glimmerschiefer dichte oder dunkelfarbige, und im Thonschiefer weisse oder sehr krystallinische Kalksteine.

Alle diese Kalksteine bilden theils Lager, theils Lagerstöcke, welche in sich selbst bald geschichtet, bald ungeschichtet, den Schiefern gewöhnlich ganz regelmässig eingelagert und mit ihnen an der Gränze durch Wechsellagerung oder gegenseitige Verwebung gar häufig auf das Innigste verbunden sind. In einzelnen Fällen sind jedoch merkwürdige Abnormitäten des Verbandes beobachtet worden. Die Lager haben bisweilen eine sehr bedeutende Längenausdehnung, und sind, eben so wie die Stöcke, oft innerhalb gewisser Regionen oder Zonen des Schiefergebirges concentrirt, so dass sie in Gruppen versammelt, oder in Zügen an einander gereiht erscheinen.

Nach Charpentier und Boubée sind die im Glimmerschiefer liegenden Kalksteinlager der Pyrenäen, deren körniges, weisses oder graues Gestein Couzeranit, Dipyr, Chiastolith, Glimmer, Talk u. a. Mineralien enthält, als primitive Kalksteine zu betrachten, wogegen freilich Dufrénoy und Coquand die Ansicht geltend gemacht haben, dass solche metamorphische Kalksteine der Liasformation seien. Im östlichen Theile der Pyrenäen bilden diese Kalksteinlager einen Zug von 25 Stunden Länge und 1 Stunde Breite, und eines derselben lässt sich von Hellette bis Itztassou 4 Stunden weit verfolgen. Die Kalksteinlager, welche sich im Glimmerschiefer des Fichtelgebirges, von Hohenberg über Thiersheim bis jenseits Wunsiedel ausdehnen, bilden einen nur wenig unterbrochenen Zug von fast 4 geogr. Meilen Länge. Macculloch erwähnt vom Loch Laggan in Schottland ein sehr weit fortsetzendes Kalksteinlager in Glimmerschiefer, welches im Hangenden und Liegenden viele Hornblende aufnimmt, und endlich in Hornblendschiefer übergeht. In Nordamerika zieht sich nach Hitchcock auf dem nordwestlichen Abfalle der Alleghanys, von

Canada bis nach Alabama, in der Urschieferformation eine fast ununterbrochene Kette von Kalksteinlagern hin; vielleicht der grösste bekannte Kalksteinzug auf unserem Planeten; (*The Amer. Journ. of sc. vol.* 41, 1841, *p.* 240).

Dass auch die im Urschiefergebirge vorkommenden Kalksteinlager bisweilen scheinbar abnorme Verbandverhältnisse und andere auffallende Erscheinungen zeigen, dafür mögen ein paar Beispiele aus Sachsen angeführt werden. Der krystallinisch körnige Kalkstein von Miltitz bei Meissen, welcher zwischen Glimmerschiefer und Hornblendschiefer liegt, zeigt nach Cotta stellenweise sehr unregelmässige Begränzungsflächen und umschliesst Fragmente von Hornblendschiefer, Granit und Porphyr. Der Kalkstock von Nieder-Rabenstein bei Chemnitz besitzt nicht nur eine höchst unregelmässige Structur, sondern dringt stellenweise mit Apophysen zwischen die Thonschieferschichten ein, welche selbst äusserst verworren sind, und sich mehrfach am Kalksteine abstossen. Bei Raschau unweit Schwarzenberg wird auf der Grube Fester Schlägel ein bis 6 Fuss mächtiges Lager von schönem weissen Kalkstein abgebaut, welches zwar im Ganzen dem Glimmerschiefer parallel eingelagert ist, stellenweise aber so unregelmässige Verzweigungen in denselben hineintreibt, und so viele eckige Bruchstücke desselben umschliesst, dass man an der Gleichzeitigkeit beider Gesteine fast zweifeln möchte; (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. von Naumann und Cotta, II, 51 u. 240, so wie V, 77).

Bei denen im Urschiefergebirge eingelagerten Kalksteinen müssen wir noch einiger merkwürdiger Associationen mit anderen Gesteinen gedenken, welche recht häufig angetroffen werden; es sind diess die Associationen mit Eisenerzen, Grünsteinen und kohligen Schiefern.

Die in den Urschiefern auftretenden Kalksteinlager sind nämlich sehr oft mit Brauneisenerz vergesellschaftet, welches gewöhnlich unmittelbar im Hangenden derselben abgelagert ist, und gar nicht selten eine solche Mächtigkeit erlangt, dass es einen Gegenstand bergmännischer Gewinnung bildet. Im Thonschiefergebirge kommt diese Erscheinung zumal bei solchen Kalksteinlagern vor, welche von Grünsteinschiefer überlagert werden, oder auch in Grünsteinschiefer eingelagert sind, in welchem Falle das Eisenerz zwischen dem Kalksteine und dem hangenden Grünsteinschiefer zu liegen pflegt. — Andere Kalksteinlager sind mit Lagern oder Stöcken von Eisenspath verbunden, welche entweder mitten im Kalksteine, oder auch an seiner hangenden oder liegenden Gränze auftreten.

Die Association mit Brauneisenerz zeigt sich in Sachsen an vielen, im Thonschiefer eingeschlossenen Kalksteinlagern, wie z. B. an den Lagern von Auerswalde, Soppen, Burkhardswalde, Groitzsch und Schmiedewalde; bei den meisten derselben, so wie bei den Lagern von Kottewitz, Steinbach und Helbigsdorf, findet noch ausserdem eine Bedeckung mit Grünstein Statt. Die bedeutenden Kalksteinlager, welche am südlichen Abfalle des Fichtelgebirges

bei Thiersheim, Sinnatengrün und Arzberg im Glimmerschiefer liegen, werden gleichfalls im Hangenden von Brauneisenerz begleitet. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich nach Fiedler an mehren dem Glimmerschiefer untergeordneten Kalksteinlagern Griechenlands, wie z. B. zwischen dem Cap Sunium und dem Lauriongebirge, in diesem Gebirge selbst, auf der Insel Serpho und anderwärts. Auch im Ural wird nach G. Rose der Kalkstein bei Gornoschit von Brauneisenerz begleitet, und Tschaikowsky führt an, dass die vielen Kalkstöcke der Gegend von Katharinenburg gewöhnlich mit Brauneisenerz vergesellschaftet sind.

Fiedler ist der Ansicht, dass dieses Brauneisenerz ursprünglich Eisenspath gewesen und erst im Laufe der Zeiten zu dem umgewandelt worden sei, was es gegenwärtig ist. Diese Vermuthung dürfte in vielen Fällen gegründet sein, weil Ablagerungen von Eisenspath, der nach oben in Brauneisenerz übergeht, mit manchen Kalksteinlagern verbunden sind. Ausgezeichnete Beispiele finden sich bei Lölling unweit Hüttenberg in Kärnthen; dort umschliesst der Glimmerschiefer vier sehr mächtige Kalksteinlager, welche in fast gleichen Entfernungen auf einander folgen; der dritten, mächtigsten Kalksteinmasse sind mehre grosse Lenticularstöcke von Eisenspath eingelagert, welcher in der Tiefe noch unverändert geblieben, nach oben aber fast durchaus in Brauneisenerz umgewandelt, übrigens aber, eben so wie der Kalkstein, mit vielen Glimmerschuppen erfüllt ist. Aehnliche Eisenspathlager finden sich bei Friesach auf der Gränze des Glimmerschiefers und Kalksteins, so wie bei Wölch unweit Wolfsberg, theils im Hangenden, theils im Liegenden, theils auch innerhalb des dem Glimmerschiefer eingelagerten Kalksteins; (Karsten, metallurgische Reise, S. 312 ff., v. Morlot, in Haidingers Berichten über die Mitth. von Freunden der Naturw. II, 84, und Wieland, ebendaselbst V, 225).

Eine andere merkwürdige Association der im Urschiefer vorkommenden Kalksteine, welche sich nicht selten an ihren Gränzen zu erkennen giebt, ist die mit kohligen Schiefern, mit Alaunschiefer und Graphitschiefer.

Diese Erscheinung verkündet sich zuvörderst dadurch, dass die den Kalkstein unmittelbar begränzenden Schiefer oft auffallend schwarz sind, während sie schon in geringem Abstande und weiterhin ganz andere Farben zeigen. Noch auffallender wird das Verhältniss, wenn die Kalksteinlager durch glänzenden Alaunschiefer wie durch eine Schale von dem umgebenden Gesteine abgesondert werden, wie diess z. B. sehr schön bei dem Kalksteinlager von Steinbach im Triebischthale zu beobachten ist, welches nicht nur einzelne Schichten von Alaunschiefer umschliesst, sondern auch durch ein, abwechselnd 1 bis 6 Ellen mächtiges Zwischenlager desselben Schiefers von dem darüber liegenden Grünsteinschiefer getrennt wird. Endlich finden sich auch bisweilen sogar graphitische Schiefer an den Gränzen der Kalksteinlager ein, wie wir ja ein ähnliches Auftreten des Graphites schon bei denen im Gneisse eingelagerten Kalksteinen kennen gelernt haben. Es ist diess z. B. bei einigen im Glimmerschiefer Mährens und Nordamerikas auftretenden Kalksteinlagern der Fall, und rechtfertigt wohl die Ansicht, dass die Bildung des Graphites, und überhaupt die Ausscheidung des Kohlenstoffs mit dem Dasein

des Kalksteins in irgend einem nothwendigen Causalzusammenhange gestanden habe.

Schon oben S. 117 und 124 ist des zuweiligen Vorkommens graphitischer Schiefer im Gebiete des Glimmerschiefers und Thonschiefers gedacht worden; diese Imprägnation mit Graphit geht bisweilen so weit, dass sich fast reine Lager dieses Minerales ausbilden.

Hierher gehört z. B. das in neuerer Zeit mehrfach besprochene Vorkommen von Worcester in Massachusetts, welches schon früher von Hitchcock beschrieben worden ist. Im Glimmerschiefer von Worcester, 45 engl. Meilen westlich von Boston, findet sich nämlich ein 2 Fuss mächtiges Lager, welches hauptsächlich aus Graphit und anthracitähnlicher Kohle besteht, etwas Eisenkies enthält, und voll gestreifter Rutschflächen ist; auch kennt man östlich von Worcester und weiterhin die Fortsetzung desselben. Eaton glaubte, diese Schichten der Grauwackenformation zurechnen zu können, und Lyell ist geneigt, sie für metamorphosirte Gesteine der devonischen Anthracitbildung Nordamerikas zu erklären, obwohl sie durch eine 30 Meilen breite Zone von Gneiss und Hornblendschiefer von den Anthracitregionen Pennsylvanias getrennt werden; (*Quart. Journ. of the geol. soc. I, p.* 199).

D o l o m i t ist gleichfalls im Gebiete der Urschieferformation bekannt, obwohl er seltener vorzukommen scheint, als Kalkstein. Gewöhnlich sind es krystallinisch körnige, selten fast dichte, in der Regel aber wohl compacte (also n i c h t porose, zellige oder cavernose) Varietäten, welche in der Form von Lagern und Stöcken auftreten, theils massig, theils geschichtet, bisweilen mit mancherlei accessorischen Bestandtheilen versehen sind, und wahrscheinlicherweise in den meisten Fällen gleich ursprünglich als Dolomit gebildet wurden.

So ist der Marmor der Schottischen Insel Jona nach Jameson Dolomit; er erscheint nach Macculloch als ein weisses, dichtes, im Bruche splittriges Gestein, geht zwar durch vielfältige Wechsel in den Schiefer über, zeigt aber höchst auffallende Windungen und unregelmässige Verschlingungen mit seinem Nebengesteine. Dass manche der sogenannten Kalklager im Glimmerschiefer Schlesiens eigentlich Dolomitlager sind, diess ist durch die Analysen von Klaproth und Karsten bewiesen worden. Auch die Kalksteinlager der Gegend von Wunsiedel und Redwitz bestehen zum grossen Theile aus Dolomit, welcher bei Sinnatengrün einen förmlichen Mantel um den Kalkstein bildet; (Nauck, Poggend. Ann. Bd. 75, S. 134). Bei Lengefeld im Erzgebirge liegt ein mächtiger Dolomitstock im Glimmerschiefer; das Gestein ist fein- und kleinkörnig, weiss, meist hart und fest, selten mürbe und sandig, fast durchaus ungeschichtet, und hält bisweilen Zinkblende, Bleiglanz, Tremolit, Talk und Nester von fleischrothem Hornstein. Eben so findet sich im Heidelbachthale unweit Wolkenstein im Glimmerschiefer, jedoch nahe an der Gränze gegen den Gneiss, ein Dolomitlager, welches von sehr festem dichten Grünstein bedeckt wird, und schöne Drusen von Braunspath und Aragonit enthält. — Auch im Thonschiefer kommen bisweilen Dolomitlager vor, wie denn z. B.

das Kalksteinlager bei Tharand in Sachsen nach Henry's Analyse richtiger als ein Dolomitlager aufzuführen ist, und nördlich davon bei Braunsdorf ein aus feinkörnigem bis dichtem, sehr hartem, röthlich- oder grünlichgrauem Dolomit bestehender Stock auftritt, welcher durchaus massig und nur ganz regellos zerklüftet ist; (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, 252, 255 und Heft V, 83 f.).

Gyps ist zwar überhaupt eine seltene Erscheinung im Gebiete der Urschieferformation, dennoch aber in einigen Gegenden der Alpen ganz entschieden nachgewiesen worden; so z. B. am Mocher Berge, nördlich von Winklern in Kärnthen, wo nach Credner zwischen Glimmerschiefer und Quarzschiefer ein bedeutender Gypsstock eingeschaltet ist; ganz vorzüglich aber in der Umgebung des St. Gotthardt, wo sich aus dem Canariathale bis nach Bedretto eine sehr mächtige dem Glimmerschiefer eingelagerte Gypszone verfolgen lässt, welche nach Renggers Beobachtungen ursprünglich aus Anhydrit bestanden haben muss, und erst später zu Gyps metamorphosirt worden ist; (I, 796).

Der Gyps des Mocherberges ist weiss, feinkörnig bis dicht, hier und da mit Talkblättchen gemengt, aber durchaus ungeschichtet; er liegt auf grünlichweissem Glimmerschiefer, wird von Quarzschiefer bedeckt, und an seiner liegenden Gränze von Dolomitnestern begleitet, welche sich einerseits in den Gyps, anderseits in den Schiefer verzweigen. Die unmittelbar angränzenden Schieferschichten sind gekrümmt und aufgerichtet, und schmiegen sich der unregelmässigen Gränzfläche des Gypsstockes an; (Credner im Neuen Jahrb. für Min. 1850, 531). Dass der Gyps an der Südseite des St. Gotthardt dem Glimmerschiefer wirklich eingelagert ist, daran scheint nach den Beobachtungen von Lardy, Rengger und Jacquemont nicht gezweifelt werden zu können. Die Gypszone hat, einschliesslich der in ihr enthaltenen Kalklager, eine Mächtigkeit von fast 4000 Fuss; ihr Gestein ist ebenfalls weiss, feinkörnig, oft mit Talkblättchen gemengt, und alle Erscheinungen sprechen dafür, dass der Anhydrit, als der Archetypus dieses Gypses, gleichzeitig mit dem Glimmerschiefer gebildet worden ist; (Rengger, Beiträge zur Geognosie, I, 54 und weiterhin, wo die von Brochant aufgestellte Ansicht, dass dieser Gyps eine weit jüngere Bildung sei, beleuchtet und widerlegt wird).

Schliesslich gedenken wir noch des Barytes, welcher bei Neurod im Taunus als körniges und dichtes Gestein zugleich mit Quarz ein bis 5 Fuss mächtiges Lager im dasigen alten Thonschiefer bildet.

§. 288. *Erzlager im Gebiete der Urschieferformation.*

Die Urschieferformation ist reich an mancherlei Erzlagern, welche besonders in den vier vorwaltenden Gesteinen derselben, also im Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, aber auch innerhalb mancher ihrer untergeordneten Gesteinsablagerungen auftreten, und deren

Verhältnisse an einigen Beispielen erläutert werden mögen, wie solches in ähnlicher Weise für die im Urgneisse auftretenden Erzlagerstätten geschehen ist.

Dabei haben wir denn auch hier zuvörderst die erzführenden Gesteinsschichten zu betrachten, welche zwar eingesprengte Erze, aber keine grösseren, zusammengehaltenen Erzmassen, überhaupt keine individualisirten erzführenden Lager oder Stöcke enthalten, desungeachtet aber als die eigentlichen Vorläufer oder Vorspiele dieser letzteren betrachtet werden können, denen sie auch um so näher stehen, je mehr fremdartige Mineralien sich zu den Erzen gesellen, und je mehr sich diese Mineralien und Erze an einzelnen Stellen oder Strichen concentriren. Hierher gehören also eigentlich schon diejenigen Schichten, in welchen Magneteisenerz, oder Eisenglimmer, Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Arsenkies, Glanzkobalt oder Zinnerz, als accessorische Bestandtheile einigermaassen reichlich eingesprengt sind; Schichten, welche sich unmittelbar an die Fallbänder (S. 97) der Gneissformation anschliessen, die ja in der Gegend von Kongsberg und Skutterud zum Theil selbst schon als Glimmerschiefer oder als glimmerhaltige Quarzite erscheinen.

Der talkschieferähnliche Glimmerschiefer bei Ober-Rohnau am südlichen Abfalle des Riesengebirges enthält nach Zobel und v. Carnall eine unermessliche Menge von Eisenkies eingesprengt, welchen das dasige Vitriolwerk verarbeitet. Am Hakelberge, zwischen Zuckmantel und Würbenthal, ist nach v. Oeynhausen ehemals auf einer mit Erzen imprägnirten, 3 bis 7 Fuss mächtigen Glimmerschieferschicht Bergbau betrieben worden; die Erze sind goldhaltiger Eisenkies, Magnetkies, Zinkblende, gold- und silberhaltiger Bleiglanz, und Arsenkies; dazu gesellen sich Hornblende, Chlorit, Serpentin, Asbest, Kalkspath, Strahlstein, Epidot und Granat, so dass diese Schicht schon mehr den Charakter eines wirklichen Lagers zu haben scheint. Bei Querbach in Schlesien ist eine drei Lachter mächtige Zone des Glimmerschiefers mit Glanzkobalt erfüllt, meist in ganz feinen, dem Auge nicht erkennbaren Theilen, während zugleich Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies und Bleiglanz, theils derb theils eingesprengt vorkommen. Bei Giehren aber enthält dasselbe Gestein viel eingesprengtes Zinnerz. Der granatführende Glimmerschiefer von St. Marcel im Thale von Aosta ist so reichlich mit Kupferkies gemengt, dass seine wesentlichen Bestandtheile oft ganz zurückgedrängt werden.

Zu den erzführenden Gesteinsschichten der Urschieferformation dürften auch die meisten goldhaltigen Quarzitlager zu rechnen sein, welchen das Gold gewöhnlich nur in äusserst feinen und mikroskopisch kleinen Theilen eingesprengt ist. Dergleichen goldführende Quarzitlager sind im Schiefergebirge keine ganz seltene Erscheinung; sie haben gewöhnlich eine geringe Mächtigkeit, enthalten ausser dem Golde ver-

schiedene Schwefelmetalle, und finden sich zwar auch im Glimmerschiefer und Thonschiefer, ganz vorzüglich aber im Chloritschiefer und Talkschiefer, weshalb denn die in diesen Schiefern auftretenden Quarzitlager eine besondere Aufmerksamkeit verdienen.

Bei Zell im Zillerthale und bei Mosen im Rauris sind dem Thonschiefer mehre kleine Quarzitlager eingeschaltet, welche höchstens eine Mächtigkeit von einigen Fuss besitzen, und deren weisses oder graues Gestein sehr fein eingesprengtes Gold nebst Eisenkies und Arsenkies enthält; auch der im Hangenden und Liegenden dieser Lager auftretende Schiefer pflegt goldhaltig zu sein. Die ganz ähnlichen Lager auf dem Joche zwischen dem Zirknitz- und Astenthale in Kärnthen liegen im Chloritschiefer, führen Gold, Eisenkies, Kupferkies, Eisenspath und Kalkspath, und sind noch bis vor kurzer Zeit bebaut worden.

In den vereinigten Staaten Nordamerikas sind dergleichen goldführende Quarzitlager besonders im Talkschiefer vieler Gegenden bekannt, und Eaton hat zuerst darauf hingewiesen, wie sich gerade die in diesem Schiefer liegenden Quarzite sehr häufig durch einen Goldgehalt auszeichnen. Man kennt sie z. B. nach Hitchcock in Vermont bei Somerset, und nach Emmons in Maryland, wo die Lager gewöhnlich nur einige Zoll bis drei Fuss, selten viele Fuss mächtig vorkommen. Vorzügliche Wichtigkeit erlangen sie in Virginia, Nord- und Südcarolina und Georgia, wo sie sich theils im Talkschiefer theils im Glimmerschiefer vorfinden. Silliman erklärt ausdrücklich, dass es Quarzitlager und nicht Quarzgänge sind, auf denen in Virginien das Gold vorkommt, welches übrigens auch das Nebengestein mehr oder weniger zu imprägniren pflegt. Der Quarzit ist dicht oder körnig, bisweilen poros, hält ausser dem Golde häufig Eisenkies, auch wohl Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Glanzeisenerz, und ist oft, in Folge der Zersetzung der Kiese, gelb oder braun gefärbt; die gewöhnliche Mächtigkeit der Lager pflegt auch dort ein bis drei Fuss zu betragen.

Es scheint sogar, dass ein Theil des in neuerer Zeit so berühmt gewordenen Californischen Waschgoldes ursprünglich auf ähnlichen Lagern im Talkschiefer vorkommt. Dana bemerkt, dass in Obercalifornien, in den Shasty-Bergen, am Sacramento und bei S. Francisco das Vorwalten des Talkschiefers sehr auffallend sei; dieser Schiefer halte Gänge oder Lager (*veins or beds*) von Quarz, in welchen das Gold theils in kaum sichtbaren Theilen, theils in Körnern, Blättchen, Blechen, Adern und Klumpen enthalten sei; der Quarz ist gewöhnlich etwas zellig, hält oft Eisenkies, bisweilen auch Bleiglanz; (*The Amer. Journ. of sc.* 2. *ser. VI*, 1849, *p.* 261).

Bei der Beschreibung der Kalksteinlager wurde schon des Umstandes gedacht, dass solche sehr häufig mit Brauneisenerzen vergesellschaftet sind. Dieselben Erze finden sich aber auch bisweilen unabhängig von Kalkstein als selbständige Einlagerungen im Schiefer.

Der Glimmerschiefer bei Scheibenberg in Sachsen enthält ein Lager von Brauneisenerz, welches auf der Grube Vater-Abraham abgebaut wird. Bei Bourbon in der Vendée findet sich nach Dufrénoy in demselben Gesteine ein

mehre Stunden langer Lagerzug von kieseligem Brauneisenerz, und im südlichen Ural kommen nach G. Rose vielorts grosse Ablagerungen von Brauneisenerz vor, welche alle Eisenhüttenwerke bei Kussa und an der Tesma versorgen. — Der Thonschiefer der Gegend von Zelesznik und Bethler in Ungarn ist nach Beudant nicht nur sehr reichlich mit Eisenoxydhydrat geschwängert, sondern umschliesst auch sehr viele Lagen, lenticulare Nester und förmliche Lager von Brauneisenerz, daher ihn Beudant als *schiste argileux ferrugineux* aufführt.

Auch Lager von Glanzeisenerz, Rotheisenerz und Magneteisenerz finden sich hier und da im Urschiefergebirge und zeigen bisweilen eine ähnliche vielfältige Zusammensetzung, wie die gleichnamigen im Gneisse auftretenden Lager, indem sich eine Menge Silicate und mancherlei andere Erze zugleich mit dem vorwaltenden Erze einfinden, nach welchem diese Lagerstätten benannt zu werden pflegen.

So kommen z. B. im Talk-Glimmerschiefer des Banats sehr mächtige Magneteisenerzlager vor, wie denn auch die grösseren Chlorit- und Talkschieferzonen anderer Gegenden nicht selten Stöcke und Lager dieses Erzes beherbergen. In Sachsen finden sich bei Ehrenfriedersdorf im Glimmerschiefer ein paar Magneteisenerzlager, von denen das grössere, bei geringer Mächtigkeit, eine ziemlich bedeutende Längenausdehnung besitzt; beide bestehen aus Magneteisenerz, Granat und Strahlstein, zu welchen sich noch einige Kiese gesellen; das hangende und liegende Nebengestein ist oft mit denselben Mineralien erfüllt, daher wohl an der Gleichzeitigkeit der Bildung nicht zu zweifeln ist. Im nordöstlichen Thonschieferdistricte des Erzgebirges, bei Berggiesshübel, umschliessen die dasigen dickschieferigen, sehr harten und schwer zersprengbaren, überhaupt ganz eigenthümlichen Schiefergesteine viele und z. Th. mächtige Lager, welche aus Kalkstein, Granat und Magneteisenerz mit Strahlstein, Pistazit, Baryt, Zinkblende, Kupfererzen und mancherlei anderen Mineralien bestehen.

Glanzeisenerz und Rotheisenerz nebst Hornblende u. a. Mineralien bilden z. B. nach Beudant Lager im Glimmerschiefer Ungarns bei Prakendorf zwischen Einsiedel und Göllnitz; dieselben Erze treten nach v. Oeynhausen im Glimmerschiefer Oberschlesiens, am südlichen Abfalle des Altvaters, in den Thälern der Oppa und Mora bei Bergstadt, Eisenberg, Klein Mora und Würbenthal in vielen Lagern auf; sie sind meist mit etwas Magneteisenerz verbunden, und die bald quarzige, bald hornblendschiefer- oder chloritschieferähnliche Hauptmasse dieser Lager führt noch, ausser den genannten Erzen, Eisenkies, Zinkblende, Bleiglanz, Eisenspath, Kalkspath, Strahlstein, Pistazit und Granat. Auch bei Kailendorf und Jauernig giebt es Rotheisensteinlager im Glimmerschiefer. — Zu diesen Lagerstätten lassen sich auch die berühmten und zum Theil colossalen Glanzeisenerzstöcke der Insel Elba, welche alle im Glimmerschiefer liegen, so wie die weit fortsetzenden Lager von Eisenglimmerschiefer und die Stöcke von Itabirit (I, 688) rechnen, welche in dem Urschiefergebirge Brasiliens eine so wichtige Rolle spielen, und bereits oben gelegentlich erwähnt worden sind.

Hier dürften auch die in Sachsen, in der Gegend von Schwarzenberg und Breitenbrunn, dem Glimmerschiefer untergeordneten Lagerstätten zu erwähnen sein, deren Hauptmasse theils grünsteinartig, theils kalksteinartig ist, während sie sich ausserdem durch einen merkwürdigen Reichthum und eine grosse Manchfaltigkeit von Mineralien und armen Erzen auszeichnen. Aehnliche Lagerstätten finden sich auch in anderen Glimmerschiefergebieten, wie z. B. in Schlesien und auf der Insel Elba*).

Die sogenannten Lager des Breitenbrunner Lagerzuges bestehen grossentheils nach oben aus einem Gemenge von Hornstein, Hornblende, Strahlstein und Chlorit, nach unten hauptsächlich aus Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies und Blende, zu welchen sich Granat, Vesuvian, Kalkspath, Braunspath, Flussspath, Apatit, verschiedene Varietäten von Pyroxen, Pistazit, Turmalin, Axinit, Glimmer, Talk und Zinnerz gesellen; ähnliche Lager werden auf den Gruben Sechs-Brüder, Fridolin und am Graul bebaut. Ein zweites System der dortigen Lager ist dadurch ausgezeichnet, dass sie zugleich von Kalkstein oder Dolomit begleitet werden; dahin gehört z. B. die Lagergruppe von Unverhofft-Glück, deren Lager in ihrer oberen Etage eine ähnliche polygene Zusammensetzung aus Erzen und Silicaten zeigen, während die untere mächtigere Etage von Kalkstein oder Dolomit gebildet wird, welche merkwürdigerweise zuweilen Bruchstücke des Erzlagers enthalten oder auch ihre Lagerungsstelle vertauschen, indem sie im Hangenden, statt im Liegenden des Erzlagers auftreten, wie diess z. B. auf den Gruben Weisser-Adler und Neue-Silberhoffnung bei Grosspöhla der Fall ist. Cotta macht auf diese und mehre andere Erscheinungen aufmerksam, welche diese Lager möglicherweise in die Kategorie der Lagergänge verweisen dürften. (Man vergleiche Cotta's Mittheilungen über diese Gebilde, in Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 219 ff.) — Sehr ähnliche aus Silicaten und Erzen vielfältig zusammengesetzte Lagerstätten kennt man auch in Schlesien bei Rudelstadt und Kupferberg, an welchem letzteren Orte die Erze besonders aus Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies und Buntkupferkies bestehen; auch von ihnen hat man lange geglaubt, dass sie nicht als Erzlager, sondern als gangartige Bildungen zu betrachten seien. (Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. auf Reisen etc. I, 52 ff.) — Auf der Insel Elba liegt südlich von Rio ein mächtiges Lager im Glimmerschiefer, welches hauptsächlich aus Strahlstein besteht, in welchem Liëvrit, Hornblende, Eisenkies, Arsen-

*) Es muss jedoch bemerkt werden, dass der Glimmerschiefer der Insel Elba von vielen Geologen für metamorphosirten Macigno erklärt und mit mancherlei anderen Gesteinen unter dem Namen Verrucano zusammengefasst wird. Ueber diese und ähnliche, besonders durch Savi seit dem Jahre 1833 hervorgerufene Ansichten sprach sich Coquand folgendermaassen aus: *Eblouis par la théorie séduisante du métamorphisme les auteurs en ont outré les effets au point, de confondre et d'englober dans une seule et même formation quatre formations géologiques distinctes. Bull. de la soc. géol. 2. série, II, p.* 156.

kies u. a. Mineralien vorkommen; das unmittelbare Liegende des Lagers ist körniger Kalkstein.

Endlich treten auch im Gebiete der Urschieferformation solche Lager auf, welche vorzugsweise durch Bleiglanz, Kupferkies oder Mercurerze ausgezeichnet sind, obwohl zugleich mit diesen auch noch mancherlei andere Erze, so wie verschiedene Silicate, Haloide u. a. Mineralien zu ihrer Zusammensetzung beitragen.

Bei Bergstadt in Oberschlesien findet sich nach v. Oeynhausen im Glimmerschiefer ein Lager von silberhaltigem Bleiglanz, auf welchem ehemals bedeutender Bergbau betrieben worden ist; so auch nach Leopold v. Buch bei Merzberg in Landeck, wo das Lager aus einem Gemenge von kleinkörnigem Bleiglanz, Kupferkies, gelber Zinkblende und Quarz besteht. Nach Pernolet liegt bei Carthagena in Spanien zwischen Porphyr und Glimmerschiefer ein weit fortsetzendes Lager eines grünlichweissen geschichteten Gesteins, welches reich an silberhaltigem Bleiglanz, Eisenkies und Zinkblende, und schon von den Carthagern und Römern bebaut worden ist. Bei Kirlibaba, unweit Jacobeni in der Bukowina, liegt ein mächtiger Erzstock im Glimmerschiefer, welcher hauptsächlich Bleiglanz und Eisenspath führt.

Kieslager, welche besonders Eisenkies, Kupferkies und Zinkblende führen, sind ehemals im Glimmerschiefer der Gegend von Elterlein und Geyer in Sachsen bebaut worden. Der grosse Kiesstock von Agordo in den Venetianer Alpen ist nach W. Fuchs einem an Quarzlagern sehr reichen Thonschiefer eingelagert, dessen Gestein in der Umgebung des Erzstockes mit Graphit oder Hornblende erfüllt ist, obgleich ein weisser quarziger Talkschiefer nicht nur die unmitttelbare Umhüllung der Erzmasse bildet, sondern auch solche vielfach in gangähnlichen Schalen durchzieht. Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende sind die hauptsächlichen Bestandtheile dieses durch seine vielen Spiegelflächen (I, 530) merkwürdigen Erzstockes, dessen Kiese übrigens auch schon in den umgebenden Schiefern mehr oder weniger reichlich eingesprengt sind. (Fuchs, die Venetianer Alpen, S. 3, und Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, S. 14 f.) Die Kupfererzlagerstätten von Schmöllnitz, Göllnitz, Libethen und Rosenau in Ungarn liegen sämmtlich im Glimmerschiefer. Im mittleren Norwegen, bei Röraas, Indset u. a. O. sind eben so dem Thonschiefer, besonders aber den dort so verbreiteten grünen Schiefern mehre Kieslager untergeordnet. Die Lager bei Röraas sind 1 bis 14 Fuss mächtig, bestehen aber gewöhnlich aus vielen kleinen, neben einander liegenden Stöcken, die wiederum aus noch kleineren Nieren zusammengesetzt sind, welche alle durch Chloritschieferschalen von einander abgesondert werden. Kupferkies und Eisenkies sind die vorwaltenden Erze, zu denen sich hin und wieder Magnetkies und Zinkblende gesellen, während Chlorit, brauner Glimmer, Quarz, Granat, Strahlstein, Asbest als Begleiter der Erze auftreten. (Hausmann, Reise durch Scandinavien, V, 268 f.)

Bei Szlana im Gömörer Comitate umschliesst der Glimmerschiefer sehr ausgedehnte Lenticularstöcke, auf welchen gediegenes Mercur, Zinnober, mit Fahlerz, verschiedenen Kiesen und Baryt einbrechen.

§. 289. *Lagerung und Architektur der Urschieferformation.*

Die Urschieferformation, als ein Ganzes betrachtet, lässt besonders zwei grosse Hauptglieder unterscheiden, welche wesentlich durch Glimmerschiefer und Thonschiefer repräsentirt werden, obwohl der letztere in manchen Gegenden durch Chloritschiefer und Talkschiefer vertreten wird.

Für die Lagerungsfolge dieser beiden Hauptglieder gilt das schon von Werner aufgestellte Gesetz, dass der Glimmerschiefer die untere, der Thonschiefer oder dessen Vertreter die obere Etage der Urschieferformation bildet. Dieses Gesetz bestätigt sich wenigstens bei einem allgemeinen Ueberblicke, sobald man die Verhältnisse der genannten Gesteine in ihren ausgedehnteren Ablagerungen berücksichtigt, und sich weder durch untergeordnete Einlagerungen, noch durch die zuweilen vorkommenden Wiederholungen und Wechsellagerungen irre machen lässt. Da nun der Glimmerschiefer in denjenigen Gegenden, wo die primitiven Formationen in ihrer ganzen Vollständigkeit zu Tage austreten, vom Gneiss getragen wird, so stellt sich in der Architektur dieser ältesten Formationen eine dreigliederige Zusammensetzung aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer in der hier genannten Aufeinanderfolge als das gewöhnliche und herrschende Gesetz heraus.

Wenn wir also auch bisweilen im Glimmerschiefer oder Thonschiefer Einlagerungen von Gneiss, wenn wir im Thonschiefer Einlagerungen von Glimmerschiefer beobachten, so werden wir doch in jedem grösseren Urgebirgsdistricte die alte Wernersche Regel mehr oder weniger bestätigt finden. Dabei dürfen wir jedoch den Umstand nicht ausser Acht lassen, dass in manchen Regionen das eine oder das andere dieser drei Hauptglieder fehlt, und daher nur zwei Glieder der Reihe vorhanden sind, welche sich aber dann gleichfalls in der angegebenen Lagerungsfolge über einander finden.

Wir finden z. B. diese Lagerungsfolge im Erzgebirge und Fichtelgebirge, wo der Thonschiefer vom Glimmerschiefer unterteuft wird, während sich beide zuletzt an Gneiss oder Granit anlehnen. In den Sudeten und im Riesengebirge erfüllt sich nach den Beobachtungen von Leopold v. Buch, Carl v. Raumer, v. Oeynhausen, Zobel und v. Carnall dasselbe allgemeine Gesetz der Lagerungsfolge; eben so nach Boué, Macculloch und Necker-de-Saussure in Schottland, wo jedoch der Thonschiefer grossentheils durch Chloritschiefer vertreten wird; in Irland zeigt nach Weawer die Urgebirgskette, welche sich von Dublin nach Waterford zieht, dieselben Verhältnisse. In Norwegen wiederholen sie sich gleichfalls, und in Ungarn lassen nach Beudant alle Urgebirgsdistricte den Thonschiefer als das oberste, den Glimmerschiefer als

das mittlere, und den Gneiss als das unterste, unmittelbar dem Granite angelagerte Glied erkennen. Und so liessen sich noch viele andere Beispiele als Beweise dafür anführen, dass diese Lagerungsfolge die herrschende ist.

Welcher Ansicht wir also auch über die Bildungsweise dieser Gesteine huldigen mögen, jedenfalls werden wir in der Richtung von unten nach oben die Reihenfolge Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer so lange als den Ausdruck der gesetzlichen relativen Lagerung dieser drei Hauptglieder der primitiven Formationen anzuerkennen haben, bis etwa eine vollständigere Induction die Unzulässigkeit dieses Gesetzes darthun sollte, was wohl kaum zu erwarten ist, weil die Summe derjenigen Beobachtungen schon sehr gross ist, welche für die Gesetzmässigkeit jener Lagerungsfolge zeugen.

Die Architektur der Urschieferformation ist immer ausgezeichnet durch eine sehr deutliche Schichtung, mit welcher die Schieferung in der Regel vollkommen übereinstimmt; nur aus einigen Thonschiefergebieten (wie z. B. aus den Ardennen) sind auffallende Ausnahmen von dieser Regel bekannt worden. Die Schichten haben gewöhnlich eine mehr oder weniger steile Stellung, und bilden theils parallele, theils antikline oder synkline, so wie im letzteren Falle nicht selten fächerförmige oder giebelförmige (umgekehrt fächerförmige) Zonen. Die in der Axe dieser fächerförmigen und giebelförmigen Zonen hinlaufenden verticalen Schichtensysteme bestehen zuweilen aus besonderen, d. h. aus solchen Gesteinen, welche von denen zu beiden Seiten auftretenden Gesteinen specifisch verschieden sind; so treten z. B. mitunter Quarzite oder Amphibolite als die mittleren oder centralen Theile von dergleichen Zonen auf, welche zu beiden Seiten von Glimmerschiefer oder Thonschiefer gebildet werden.

In der allgemeinen Architektur der Urschieferformation geben sich mancherlei sehr verschiedene Formen zu erkennen, da solche wesentlich durch die Verhältnisse der unterliegenden Gneissformation, oder durch hervortretende eruptive Granitablagerungen, oder auch durch Erhebungen von Gebirgsketten bestimmt worden sind. Sehr häufig ist der im Liegenden der Urschieferformation vorauszusetzende Gneiss gar nicht bis an die Erdoberfläche heraufgedrängt worden; in solchen Fällen pflegt sie sich an granitische Massen anzulehnen, oder doch von solchen stellenweise oder strichweise durchbrochen zu sein. Ihre Schichten bilden dann entweder mantelförmige Schichtensysteme, oder sie fallen nur nach gewissen Richtungen vom Granite weg, während sie sich nach anderen Richtungen an ihm abstossen. In der unmittelbaren Umgebung solcher Granitmassen erscheinen gewöhnlich die metamorphischen Varietäten der Schiefer, theils als gneissähnliche Gesteine, theils als Fleckschiefer, Chiastolithschiefer, Cornubianit u. s. w.

Eine beachtenswerthe Erscheinung ist es, dass die Schiefer bisweilen in der Nachbarschaft der Granite ein sehr geringes Fallen besitzen, während solches in grösseren Entfernungen immer bedeutender wird, bis zuletzt eine sehr steile Stellung der Schichten eintritt.

Die Urschieferformation nimmt auch zuweilen an jenem merkwürdigen Felsenbaue Theil, welcher oben S. 110 für gewisse grössere Gneissregionen nachgewiesen worden ist; wie z. B. nach v. Eschwege in Brasilien und nach Keilhau in einigen Gegenden Norwegens. Ueberhaupt aber pflegt da, wo die Gneissformation, als das eigentliche Liegende der Urschieferformation, neben derselben zu Tage austritt, ein sehr inniges Anschliessen der einen Formation an die andere durch Gesteinsübergänge oder Wechsellagerung und durch völlig concordante Lagerung Statt zu finden, wobei der Glimmerschiefer als das eigentliche vermittelnde Glied zwischen dem Gneisse und den übrigen Schiefern hervortritt. Wo daher der Gneiss als ein kuppelförmiges Schichtensystem zu Tage austritt, da pflegt er von der Urschieferformation in mantelförmiger Umlagerung (I, 930) umgeben zu werden, wobei ihre Schichten insgesammt vom Gneisse weg, also von innen nach aussen fallen.

In einem solchen Falle können jedoch mancherlei Anomalieen vorkommen. Da nämlich das Hervortreten solcher kuppelförmiger Gneissgebäude wohl nicht als eine ursprünglich in dieser Form ausgebildete, sondern vielmehr als eine durch spätere gewaltsame Emportreibungen der tieferen Erdkruste bewirkte Erscheinung zu betrachten sein dürfte, so kann stellenweise das ganze, aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer bestehende Schichtensystem gleichmässig und in stetigem Zusammenhange aufwärts gedrängt worden sein, während an anderen Stellen die tieferen Massen durch die oberen heraufgeschoben wurden, so dass z. B. dasselbe Gneissgebiet, welches auf der einen Seite regelmässig vom Glimmerschiefer bedeckt wird, auf einer anderen Seite unmittelbar an den Thonschiefer angränzen kann, dessen Schichten jedoch durch die Statt gefundene Bewegung gleichsam aufwärts geschleift und in eine mehr oder weniger steile Lage versetzt worden sind. Diess ist z. B. der Fall mit dem Erzgebirgischen Gneissterrain, welches auf der Nordwest- und Südwestseite von Glimmerschiefer, auf der Nordostseite fast unmittelbar von Thonschiefer begränzt wird. Dabei findet an der nordwestlichen Gränze die Merkwürdigkeit Statt, dass der Glimmerschiefer, welcher im Allgemeinen stets dem Gneisse aufliegt, in der Linie von Marbach bis zum Adlersteine bei Lengefeld, also auf etwa anderthalb Meilen Länge, den Gneiss zu unterteufen scheint.

Das Gegentheil der mantelförmigen Umlagerung, nämlich die bassinförmige Einlagerung (I, 931) der Urschieferformation in der Urgneissformation ist wohl eine weit seltener vorkommende Erscheinung; doch sind z. B. in Norwegen unzweifelhafte Fälle derselben beobachtet worden.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel liefert das, durch seine sehr vorwaltenden Quarzitzonen und durch seine zahlreichen Gneiss-Einlagerungen ausgezeichnete Schieferterritorium von Goustafjeld in Norwegen, welches, bei einer Ausdehnung von 22 Meilen Länge und 8 Meilen Breite, ringsum vom Gneisse umgeben ist, dessen Schichten ihm zufallen, während die Schichten der Schieferformation gleichfalls im Allgemeinen ein esoklines Fallen zeigen. Ueberall schliesst sich dieses Schiefergebiet an den umgebenden Gneiss an, durch Gesteinsübergänge, wie durch concordante Lagerung, so dass es gleichsam eine trichterförmige Vertiefung der Urgneissformation ausfüllt; (Keilhau, in *Gäa Norvegica*, *I*, 439).

Ein ähnliches Anschliessen der Urschieferformation an die Urgneissformation findet, wenn auch nur mit halbmuldenförmiger Lagerung, für einen Theil jenes weit ausgedehnten Schieferterritoriums Statt, welches weiter nördlich, mitten im Herzen Norwegens auftritt, und das Piedestal für die höchsten Gipfel der Scandinavischen Halbinsel, für die Felshörner von Jötunfjeld liefert*). Vom Suultind auf Filefjeld über Fortun nach Vaage bildet nämlich die Gränze dieses Schiefergebietes gegen den westlich vorliegenden Gneiss einen nach Westen ausspringenden Bogen, eine sehr grosse Muldenbucht (I, 923), in deren Innerem die Dioritkuppen Jötunfjelds aufragen. Das, diese Grünsteinbildung unterteufende Schiefergebirge besteht aus Thonschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Quarzschiefer, Hornblendschiefer und Gneiss, und liegt durchaus gleichförmig, oder, da das Fallen steil von 30 bis 80° einwärts zu sein pflegt, stützt sich durchaus gleichförmig auf die Schichten des Urgneisses; dabei findet ein so allmäliges Anschliessen durch Gesteinsübergänge und Wechsellagerung Statt, dass eine scharfe Gränze unmöglich gezogen werden kann. (Keilhau, a. a. O. 398 f.) Die Erscheinung ist deshalb äusserst wichtig und interessant, weil nach Keilhaus Darstellungen d a s s e l b e Schieferterritorium an anderen Puncten dem Urgneisse d i s c o r d a n t, nördlich vom Mjösensee aber sogar der S i l u r i s c h e n Formation c o n c o r d a n t aufgelagert sein soll, weshalb man fast glauben möchte, dass dort mehre, in ihren Gesteinen sehr ähnliche, aber der Zeit nach verschiedene Schieferformationen an einander gränzen.

Nicht selten ist das Lagerungsverhältniss der Urschieferformation gegen den Urgneiss dergestalt beschaffen, dass der letztere ein sehr mächtiges und mehr oder weniger langgestrecktes g i e b e l f ö r m i g e s (umgekehrt fächerförmiges) Schichtensystem bildet, an dessen beide Flügel sich die Urschieferformation in völlig concordanter Lagerung anlehnt. Diese Architektur ist bisweilen sehr symmetrisch, gewöhnlich aber in der Weise ausgebildet, dass die Schiefergesteine zu beiden Seiten sehr mächtige parallele, oder auch nach aussen hin allmälig immer flacher fallende Schichtensysteme bilden. Dass eine gewisse Aehnlichkeit

*) Nach V i b e's Zusammenstellung von Höhenmessungen in Norwegen ragt der Gipfel von Ymesfjeld, zwischen der Leera- und Visa-Elv, 8300 Rheinländische oder 8022 Pariser Fuss über dem Meeresspiegel auf. *Gäa Norvegica*, *I*, 182.

zwischen diesem giebelförmigen Schichtenbau und jenem mächtigen parallelzonigen Schichtenbaue der Urgneissformation obwaltet, diess ist nicht zu läugnen. Desungeachtet dürfte insofern eine wesentliche Verschiedenheit obwalten, wiefern die Schieferzonen zu beiden Seiten eines solchen giebelförmigen Systems als wirklich erhobene oder aufgerichtete Schichtensysteme betrachtet werden müssen, was von den steilen parallelzonigen Schichtengebäuden der Urgneissformation noch keinesweges erwiesen ist, während es für jene Zonen dadurch bewiesen wird, dass sich gar nicht selten nach aussen hin unzweifelhafte sedimentäre Schichtensysteme von gleicher Stellung an sie anschliessen.

Die erwähnte Lagerung ist z. B. mehrfach in den Alpen nachgewiesen worden; so unter anderen noch neuerdings von Credner sehr ausgezeichnet in den Salzburger und Oberkärnthener Alpen. In diesem Theile der Central-Alpen breitet sich mit ostwestlicher Längenerstreckung eine aus Granitgneiss zusammengesetzte Centralmasse aus, für welche ein grobflaseriges Gemeng von weissem Orthoklas, von Quarz und von wenigem, theils silberweissem, theils dunkelbraunem Glimmer, nebst etwas gelbem Titanit, bezeichnend ist. Ihr lagern sich, auf der Nord- wie auf der Südseite, krystallinische Schiefer in mächtiger Entwickelung an, welche beiderseits drei Hauptgruppen unterscheiden lassen, von denen die untere durch Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer, die mittlere durch Chlorit- und Talkschiefer, die obere durch Glimmerthonschiefer und Kalkthonschiefer charakterisirt wird. Diese krystallinischen Schiefer zeigen, eben so wie die zunächst in ihren Liegenden auftretenden Gneissschichten, auf der Nordseite steiles nördliches, auf der Südseite steiles südliches Einfallen, während die Gneissschichten in der Axe des ganzen Systems vertical stehen, so dass in dem ganzen Profile der Tauernkette, von Winklern bis nach Lend, ein vollkommen giebelförmiges Schichtensystem vorliegt.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen müssen wir noch auf einige Erscheinungen aufmerksam machen, welche hier und da, als seltene Ausnahmen von der Regel, im Gebiete der Urschieferformation beobachtet worden sind.

Wie in der Urgneissformation, so finden wir nämlich auch im Gebiete der Urschieferformation im Allgemeinen die Regel in Erfüllung gebracht, dass sich alle Schichten derselben in völlig concordanter Lagerung befinden. Dass aber Ausnahmen von dieser Regel vorkommen können, diess darf uns wohl nicht befremden, wenn wir bedenken, wie diese ältesten Fundamente jenes Gebäudes, welches uns in der äusseren Erdkruste vorliegt, im Laufe der Zeiten gar manchen Convulsionen und Dislocationen unterworfen gewesen sind, bei welchen einzelne Theile dieses Gebäudes gegen einander verschoben und aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt werden mussten. Daher mögen wohl auch locale Dis-

cordanzen der Lagerung häufiger existiren, als sie bis jetzt beobachtet worden sind.

Keilhau berichtet, dass auf Filefjeld in Norwegen, westlich vom Suultind, zwei Schichtensysteme des glimmerschieferähnlichen Thonschiefers in discordanter Lagerung an einander stossen; das untere System hat horizontale, das obere stark geneigte Schichten. An einer Stelle zwischen Hallingdal und Urland sah er fast horizontal geschichteten Gneiss über Thonschiefer, dessen Schichten 30 bis 40° einfallen; und ähnliche Erscheinungen wurden an einigen anderen Orten beobachtet; (*Gäa Norvegica*, *I*, 390).

Es ist oben S. 114 des Vorkommens von Gneissgängen im Gneisse als einer seltenen Erscheinung gedacht worden; noch seltener dürften Gänge oder gangartige Vorkommnisse von schiefrigen Gesteinen der Urformation sein. Credner hat uns neulich ein paar sehr merkwürdige Fälle der Art aus Oberkärnthen kennen gelehrt.

Auf der Höhe des Fahlkofels bei Lengholz im Drauthale sah er einen bis 3 Fuss mächtigen Gang von Glimmerschiefer, welcher, 55 bis 60° in Nordost fallend, die nur 15° in Nord geneigten Schichten des Glimmerschiefers unter bedeutendem Winkel durchschneidet. Seine Schieferung ist der Gangebene parallel, und sein Gestein weicht nur unbedeutend von dem Nebengesteine ab; ein schwarzer, mürber, mit Bleiglanz und Eisenkies erfüllter Schieferthon bildet Salbänder oder Bestege zu beiden Seiten des Ganges. Einen ähnlichen, 3 bis 4 Fuss mächtigen Glimmerschiefergang fand er im Glimmerschiefer oberhalb Schwaig bei Spital; der Gang fällt 60° in Süd, während der äussere Schiefer 25° in Südwest einschliesst; im Liegenden ist der Gangglimmerschiefer ungefähr 1 Fuss mächtig mit Magnetkies erfüllt.

§. 290. *Theoretische Ansichten über die Bildung der primitiven Formationen.*

Nach der Schilderung der Urgneissformation und Urschieferformation müssen wir doch einiger der Ansichten gedenken, welche über die Bildungsweise dieser merkwürdigen Formationen und der kryptogenen Gesteine überhaupt aufgestellt worden sind.

Die Parallelstructur und die Schichtung des Gneisses, des Glimmerschiefers u. s. w. haben von jeher die Meinung veranlasst, dass das Wasser irgendwie einen Antheil an der Bildung dieser Gesteine gehabt haben müsse. Werner und andere Geologen glaubten diese Mitwirkung des Wassers sogar in der Weise auffassen zu können, dass jene Gesteine als krystallinische Sedimente aus dem Wasser des ältesten Oceans abgesetzt worden seien. Weil jedoch die mineralische Zusammensetzung des Gneisses und vieler anderer Gesteine mit dieser Ansicht nicht wohl verträglich erschien, so suchte man die sedimentäre Entstehung derselben

auch auf eine etwas andere Weise geltend zu machen. So erklärte z. B. von Beroldingen den Gneiss für regenerirten Granit, d. h. für ein aus zusammengeschwemmtem granitischem Sande entstandenes Gestein, in welchem die Glimmerschuppen zwischen den Feldspathkörnern und Quarzkörnern zu einer parallelen Ablagerung gelangt seien. Dieselbe Ansicht ist auch später von Boué (*Essai géol. sur l'Ecosse*, *p*. 455) ausgesprochen, aber weiterhin wieder verlassen worden.

Auch sprach sich schon Saussüre ganz entschieden gegen v. Beroldingen aus. Indem er berichtet, dass der Montrosa von seinem Fusse bis zum Gipfel aus Gneiss und verwandten Gesteinen bestehe, sagt er: *on ne dira donc plus, que les granits veinés, les gneiss et les autres roches de ce genre ne sont que les débris des granits, rassemblés et agglutinés au pied des hautes montagnes*; (*Voy. dans les Alpes*, §. 2139). Ja, in einer Anmerkung zu §. 2143 tritt der, in der Beurtheilung und Widerlegung anderer Meinungen immer so mild und schonend verfahrende Saussüre recht streng gegen Beroldingens Gneisstheorie auf*).

Einigermaassen verwandt mit dieser älteren Ansicht Beroldingens ist die neuerdings von Dana ausgesprochene Vermuthung, dass der Gneiss und der Glimmerschiefer in ähnlichen Beziehungen zu den Graniten zu denken sind, wie die Basalttuffe zu den Basalten, wie die vulcanischen Tuffe zu den Laven, indem das Material jener Gesteine vor und während der Granit-Eruptionen in der Form von sandähnlichen Auswürflingen zu Tage gefördert, und durch die Einwirkung glühendheissen Wassers zu Gneiss und Glimmerschiefer umgebildet worden sei; (*The Amer. Journ. of sc. vol.* 45, 1843, *p*. 127).

Der vollkommene und durchaus krystallinische Habitus des Gneisses ist aber mit dieser Idee eben so unvereinbar, wie die ungeheuere Ausdehnung, welche die Gneissformation in so vielen Gegenden gewinnt, wie die Architektur dieser grossen Gneissterritorien, und wie die gänzliche Unabhängigkeit ihres Vorkommens von grösseren Granitablagerungen.

In gewisser Hinsicht lässt sich auch die später so einflussreich gewordene Theorie von Hutton mit jener v. Beroldingens vergleichen, da dieser berühmte Schottische Geolog in seinem Werke *Theory of the earth* (1795) sehr ausführlich zu beweisen versuchte, dass die sämmtlichen sogenannten primitiven Gesteine aus dem, auf dem Meeresgrunde

*) Besonders deshalb, weil Beroldingen den Gegnern seiner Theorie alles geognostische Wissen absprach, und sogar ihre Schriften verboten wissen wollte. Beroldingens Schriften, meint Saussüre, brauche man gar nicht erst zu verbieten; *l'extrème desordre, l'intolerable diffusion, et les perpetuelles contradictions qui y regnent, en dégoûteroient assez le plus grand nombre des lecteurs.*

abgesetzten Detritus älterer, präexistirender Gesteine gebildet worden seien, indem die, ursprünglich aus losen Materialien bestehenden Schuttschichten unter dem Drucke des Oceans lange Zeit einer hohen Temperatur ausgesetzt waren, wodurch ihre Consolidation erfolgte*).

Gegenwärtig sind es besonders zwei Hypothesen, welche von verschiedenen Seiten über die Bildung des Gneisses und der mit ihm verbundenen Gesteine verfochten werden. Die eine dieser Hypothesen beruht auf der Lehre vom Metamorphismus der Felsarten, die andere auf dem Theorem von dem ursprünglich feuerflüssigen Zustande unsers Planeten.

Die grosse Mehrzahl der jetzigen Geologen neigt sich nämlich zu der Ansicht, dass diese ältesten kryptogenen Gesteine, eben so wie die ähnlichen neueren Bildungen, durch eine eigenthümliche Metamorphose ehemaliger Sedimentschichten entstanden seien; durch eine Metamorphose, welche wesentlich in einer inneren Umkrystallisirung des Materials dieser Sedimentschichten bestand, und entweder durch hohe Temperatur, oder durch eine auf andere Weise angeregte Moleculartthätigkeit vermittelt worden sein soll.

Man stützt sich hierbei besonders auf die Parallelstructur und Schichtung jener Gesteine, auf die unbestreitbare Thatsache, dass der Thonschiefer in der Umgebung grösserer Granitmassen gar häufig in Glimmerschiefer und in gneissähnliche Gesteine umgewandelt ist, und auf die kaum zu bezweifelnde Thatsache, dass in vielen Gegenden allmälige Uebergänge aus dem Gneisse durch den Glimmerschiefer und Thonschiefer bis in den Grauwackenschiefer zu verfolgen sind, durch welche der Gneiss, als ein krystallinisches Silicatgestein, mit dem Grauwackenschiefer, als einem klastischen Sedimentgesteine, in eine so innige Verbindung gebracht werde, dass beide nur als die äussersten Glieder einer einzigen Reihe hervortreten, für deren sämmtliche Glieder eine und dieselbe ursprüngliche Bildungsweise geltend gemacht werden müsse. Da nun der Grauwackenschiefer ganz unzweifelhaft ein sedimentäres Gestein ist, so müsse auch der unter ihm liegende Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss etwas Aehnliches gewesen sein. Weil aber die mineralische Zusammensetzung und die krystallinische Natur dieser tieferen Gesteine mit solcher Folgerung um so mehr im Widerspruche zu stehen scheinen, je tiefer sie liegen, so war man genöthigt, einen von unten herauf wirkenden Metamorphismus in Anspruch zu nehmen,

*) Vergl. *Explication de Playfair sur la théorie de la terre par Hutton, traduite par Basset*, *Paris* 1815.

welcher diese ältesten Sedimentgesteine bearbeitet und dermaassen umgestaltet hat, dass sie gegenwärtig als Glimmerschiefer und Gneiss erscheinen.

Diese auf den ersten Anblick sehr befriedigende Theorie ist von Boué im Jahre 1822 aufgestellt, später von vielen anderen Geologen adoptirt, und im Jahre 1833 durch Lyell zu einem bestimmteren Ausdruck gebracht worden, indem er die so umgebildeten Gesteine unter dem Namen der hypogenen metamorphischen Gesteine einführte, durch welchen die in den Tiefen der Erde Statt gefundene, und von unten nach oben fortgeschrittene Metamorphose derselben angedeutet werden soll.

Eigentlich waren es schon ganz ähnliche Ansichten, welche Hutton in den Jahren 1788 und 1795*) und sein Commentator Playfair im Jahre 1802 geltend zu machen versuchten, weshalb sich in der That behaupten lässt, dass die jetzige Theorie vom Metamorphismus der primitiven Formationen nur eine weitere Fortbildung der Huttonschen Theorie ist. Indessen hat doch Boué diese Theorie mit dem Detail der in der Gebirgswelt vorliegenden Erscheinungen zuerst in bestimmteren Einklang zu bringen gewusst, und, ausser der Erdwärme, auch noch Emanationen von Gasen und Dämpfen aus dem Innern der Erde zu Hilfe genommen, um die Veränderungen der sedimentären Schiefer zu Gneiss und Glimmerschiefer zu erklären. *La chaleur ignée*, sagte er, *et les émanations gazeuses de l'intérieur de la terre auraient donné aux schistes peu à peu et sous une plus ou moins forte compression une espèce de liquefaction ignée, assez semblable a celle, dont Mr. de Drée a fait mention dans ses belles expériences***). *Les élémens des schistes auraient perdu de leur force de cohésion, leurs parties constituantes auraient été écartées les unes des autres, et les émanations gazeuses auraient pu s'insinuer dans les vides ainsi laissés. De cette manière les affinités chimiques auraient pu s'excercer dans certaines limites, posées par les forces adverses de la cohésion, et les parties constituantes des roches auraient pu prendre pendant la liquéfaction et le refroidissement lent un arrangement plus ou moins crystallin suivant les circonstances, et sans déranger ou détruire notablement la structure feuilletée primitive. De plus, le jeu des affinités chimiques aidé par les substances étrangères, introduites, pour ainsi dire, par sublimation dans ces roches, aurait donné naissance à cette foule d'espèces minerales crystallines, qui sont disséminées en nids, en amas et en petits*

*) Zum ersten Male erschien nämlich seine Theorie der Erde in den *Edinb. Philos. transactions* von 1788.

**) Diese Versuche beschrieb Drée im *Journ. des mines*, Nr. 139; das Wesentliche, worauf Boué hindeutet, ist, dass die geschmolzenen oder halb geschmolzenen Gesteine ihre Textur und die Vertheilung ihrer Gemengtheile unverändert erhalten hatten, wie solches auch später von Gerhard für den Granulit erwiesen worden ist.

filons au milieu des schistes crystallins. Cette théorie hardie présente du moins incontestablement l'avantage d'expliquer tous les faits géologiques d'une manière satisfaisante. (Annales des sc. nat. 1824, *Août, p.* 417 f.)

Mit dieser Theorie sind nun in der Hauptsache sehr viele Geologen einverstanden. Andere, zu welchen namentlich Keilhau, Studer und Escher gehören, bezweifeln es, dass die Metamorphose durch hohe Temperatur und durch Dämpfe bewirkt worden sei, und glauben vielmehr, dass auch bei gewöhnlicher Temperatur innere Umbildungsprocesse in Gang gekommen sein dürften, deren geringere Energie durch ihre lange Zeitdauer compensirt wurde. Während sich aber die genannten Forscher über das eigentliche Wesen dieser Umbildungsprocesse nicht bestimmt aussprachen, so sind G. Bischof und Haidinger geneigt, eine langwierige Durchwässerung der Gesteine*), und eine dadurch bewirkte substantielle Veränderung und Umkrystallisirung in der Weise anzunehmen, wie solche bei Entstehung gewisser Umwandlungs-Pseudomorphosen Statt gefunden haben muss; (Lehrb. der phys. und chem. Geologie, II, 247 f.). Manche glauben sogar diejenigen sedimentären Gesteine näher bezeichnen zu können, aus denen sich diese oder jene kryptogenen Gesteine gebildet haben. So meinte Hitchcock im Jahre 1833, der Archetypus des Gneisses sei wahrscheinlich ein grober glimmerreicher Sandstein gewesen; eine Ansicht, zu welcher sich auch Durocher bekennt, während Forchhammer für den Gneiss des Egeberges bei Christiania den Alaunschiefer als Vater nachweisen zu können glaubt; (Journal für praktische Chemie, Bd. 36, 1845, S. 404).

Dass nun aber die Parallelstructur und Schichtung keinesweges in allen Fällen als entscheidende Beweise einer ursprünglich sedimentären Entstehung betrachtet werden können, darauf ist bereits oben S. 61 aufmerksam gemacht worden. Diess giebt sogar Macculloch zu, welcher doch sonst ein eifriger Anhänger der metamorphischen Theorie ist; er sagt ausdrücklich, dass er den Parallelismus der Glimmerschuppen, welchen man so oft als Beweis eines sedimentären Absatzes des Gneisses anführe, ganz anders erklären müsse, weil ja auch der Hypersthenit bisweilen eine parallele Ablagerung seiner Hypersthenkrystalle zeige, und auf Kerrera ein Trapp in Gängen vorkomme, welcher, gerade wie Glimmerschiefer, mit Glimmerschuppen erfüllt ist, die sämmtlich der Gangebene parallel liegen.

*) Schon im Jahre 1785 hat v. Trebra die Ansicht ausgesprochen, dass die Umwandlung ganzer Gebirgsmassen, z. B. des Granites in Gneiss, der Grauwacke in Thonschiefer, durch einen sehr langwierigen inneren Umbildungsprocess bewirkt worden sei, den er als eine Art von Gährung oder Fäulniss bezeichnet, und welcher wesentlich durch den Umlauf der Gewässer und durch die Einwirkung der Wärme hervorgebracht werde. Da diese, zwar weniger in die Augen fallenden, und vielleicht langsam, aber von der Wurzel aus wirkenden Ursachen noch jetzt dauern, und stets dauern werden, so lange noch Kreislauf in dem unermesslichen Cirkel der Natur Statt findet, so halte er sich auch überzeugt, dass die Umwandlungen, Zersetzungen und Bildungen, welche sie innerhalb der Gebirge allenthalben hervorbringen, noch jetzt dauern, und mit der Welt zu einerlei Alter hinauf stets fortdauern werden. (Erfahrungen vom Innern der Gebirge, 1785, S. 48 f.)

Auch haben wir schon im ersten Bande S. 782 die Zweifel erwähnt, welche Hoffmann und Rivière gegen die Ansicht vorgebracht haben, dass weit ausgedehnte Gneissterritorien als umgewandelte Sedimentmassen zu betrachten seien. De-la-Beche sprach sich schon früher ganz in demselben Sinne aus, wie Rivière, und bezweifelte es, dass die Theorie des Metamorphismus (*the sweeping hypothesis*, wie er sie nennt) in solchen Fällen zulässig sei, obwohl er sie in ihrer gehörigen Beschränkung vollkommen anerkennt; (*Report on the geology of Cornwall, p.* 34). Damit stimmen auch A. Erdmann, der gründliche Kenner des Schwedischen Urgebirges, und v. Blöde vollkommen überein, welcher Finnland nach verschiedenen Richtungen durchforscht hat. Unläugbar, sagt der Letztere, ist der Metamorphismus da, wo er durch Beobachtung erfasst und durch physisches Wissen überhaupt erklärt werden kann. Doch der Kreis der Gesteine, bei denen diess der Fall, ist nur beschränkt, und keinesweges der bodenlosen Hypothese günstig, so wie sie jetzt auf die Spitze getrieben wird; (Neues Jahrbuch für Min. 1844. S. 53). Auch v. Leonhard, Petzholdt und Andere haben sich wiederholt gegen die zu weite Ausdehnung der Lehre vom Metamorphismus erklärt, und wir müssen uns ihnen aus voller Ueberzeugung anschliessen. Die Uebergänge aus Gneiss durch Glimmerschiefer in krystallinischen Thonschiefer sind nicht abzuläugnen; ob aber die Uebergänge aus krystallinischem Thonschiefer in wirklichen Grauwackenschiefer in allen Fällen für völlig erwiesen gelten können, diess möchte noch zu bezweifeln sein. Grüner hebt es hervor, dass die mit dem Gneisse und Glimmerschiefer verbundenen Thonschiefer doch immer verschieden von den Thonschiefern der Grauwacke sind, weshalb er auch jene älteren Gesteine, wie sie in den Departements des Rhone und der Loire auftreten, nicht für metamorphische Grauwackenschiefer zu erklären vermag; (*Ann. des mines*, 3. *série*, *t*. 19, 1841, *p*. 70).

Nach unserem Dafürhalten liegt die hauptsächlichste und kaum zu besiegende Schwierigkeit in der Thatsache, dass es, wie in den nächsten Paragraphen gezeigt werden soll, ausser den primitiven, auch weit jüngere Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w. giebt, welche sedimentären Gesteinen aufgelagert sind, ohne doch den geringsten Uebergang in diese unterliegenden Gesteine erkennen zu lassen. In solchen Fällen muss natürlich jeder Gedanke an eine hypogene oder anogene Metamorphose verschwinden; denn, wie hätte das aufliegende Gestein durch eine von unten herauf wirkende Ursache metamorphosirt werden können, während seine Unterlage von jeder Einwirkung verschont blieb? — Aber eben so wenig lässt sich eine katogene Metamorphose rechtfertigen; denn, welche Ursache man auch als eigentliches Agens denken will, unmöglich kann sie doch abwärts, längs einer und derselben Auflagerungsfläche, eine so plötzliche und vollständige Hemmung gefunden haben, dass das völlig umkrystallisirte Gestein durch diese Auflagerungsfläche von dem völlig unveränderten Gesteine getrennt wird. In solchen Fällen bleibt uns in der That gar nichts Anderes übrig, als die Annahme, dass diese geschichteten krystallinischen Silicatgesteine gleich ursprünglich so gebildet und abgelagert worden sind, wie sie gegenwärtig vor uns erscheinen*). Sind wir auch noch

*) Vergl. auch oben S. 70.

nicht im Stande, die Modalität ihres Bildungsprocesses zu begreifen, so können wir uns mit den Anhängern des Ultrametamorphismus trösten, denen es in dieser Hinsicht nicht besser ergeht. Am Ende würde es vielleicht gleichgiltig sein, ob wir einen räthselhaften Umbildungsprocess, oder einen räthselhaften Urbildungsprocess voraussetzen wollen; wenn aber einmal zwischen beiden Räthseln gewählt werden soll, so werden wir uns wohl lieber zu der Anerkennung des letzteren verstehen, welches wenigstens mit dem Thatbestande der Erscheinungen im Einklange ist. — Ein zweites Bedenken gegen die zu weit ausgedehnte Lehre vom Metamorphismus entsteht aus der Thatsache, dass manche Gneissbildungen unzweifelhafte Merkmale einer eruptiven Bildung an sich tragen, und dass auch der Granulit, dieses dem Gneisse so nahe verwandte Gestein, bisweilen unter solchen Verhältnissen vorkommt, welche für ihn gleichfalls eine eruptive Bildungsweise zu fordern scheinen. Wenn sich diess aber wirklich so verhält, dann ist auch zugleich der Beweis geliefert, dass gewisse kryptogene Gesteine durchaus keine metamorphischen Gebilde sind.

Die grosse Uebereinstimmung, welche der Gneiss und die meisten ihn begleitenden Gesteine in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit Granit und mit anderen eruptiven Gesteinen erkennen lassen; die Wahrscheinlichkeit, dass die meisten dieser eruptiven Gesteine aus einem feuerflüssigen Zustande erstarrt sind; die fast unvermeidliche Voraussetzung, dass unser Planet sich ursprünglich durchaus in demselben Zustande befunden und erst später mit einer Erstarrungskruste bedeckt habe; endlich die Thatsache, dass in der Urgneissformation Granite mit Gneissen regelmässig wechsellagernd angetroffen werden; diese Thatsachen und Voraussetzungen sind es, welche die zweite der jetzt herrschenden Hypothesen hervorgerufen haben, dass die primitiven Formationen die ursprüngliche Erstarrungskruste unseres Planeten bilden.

Diese Hypothese hat zwar nicht so viele Anhänger gefunden, als jene von der metamorphischen Entstehungsweise der primitiven Gesteine; desungeachtet dürften ihr weder mehre, noch grössere Bedenken entgegen stehen, als der letzteren*). Sie führt nothwendig auf die Folge-

*) Es bekannten oder bekennen sich zu ihr z. B. *Fleuriau de Bellevue* (*Journal de physique, an XIII*), Breislak, in seinem Lehrbuche der Geol. I, 272 u. w., Cordier im dritten Abschnitte seiner berühmten Abhandlung über die Temperatur des Erdinnern (*Ann. des mines*, 2. *série*, *II*, *p*. 120 ff.), *Marcel de Serres*, Kapp (im Neuen Jahrb. für Min. 1834, 255 u. 1843, 326), v. Blöde, Neues Jahrb. für Min. 1837, 176, *De la Beche*, *Report on the Geol. of Cornwall* etc. 1839, *p*. 31, Petzholdt, Geologie 1840 S. 24 und 1845 S. 35 f., *de Roys* im *Bull. de la soc. géol. XIII*, 1840, *p*. 240, Scheerer in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 159, Nöggerath, die Entstehung der Erde,

rung, dass die Lagerungsfolge der primitiven Gesteine in abwärts steigender Richtung ihrer Altersfolge entspricht, weil es ja ein von aussen nach innen fortschreitender Erstarrungsprocess war, durch welchen die Schichten derselben gebildet wurden (I, 498). Für die neueren kryptogenen Gesteine aber bleibt den Anhängern dieser Hypothese kaum eine andere Erklärung übrig, als dass ihr Material auf dem Wege der Eruption aus dem Innern auf die Oberfläche der Erde gelangt sei.

Die bedeutendsten Schwierigkeiten erwachsen dieser Hypothese aus den Structurverhältnissen der primitiven Formationen und aus der mineralischen Natur gewisser ihrer Gesteine. Ob diese Schwierigkeiten durch die Annahme einer hydropyrogenen Ausbildung des äusseren Theiles der primitiven Erstarrungskruste gehoben werden können, wie solche von Angelot, Rozet, Fournet, Scheerer u. A. angedeutet worden ist, diess müssen wir dahin gestellt sein lassen. Die Schwierigkeiten, welche die Structur und die Architektur des Gneisses darbieten, suchte Scheerer auf eine ganz eigenthümliche Weise zu beseitigen, indem er diese Architektur als eine ursprüngliche, während der Erstarrung selbst durch die Einwirkung elektromagnetischer Ströme hervorgebrachte Erscheinung erklärt, übrigens aber zu dem Endresultate gelangt, „dass das Urgebirge, mit der ganzen Manchfaltigkeit seiner Gesteine, nur als eine einzige, gleichzeitige Bildung, als die erste Krustenerhärtung der sich abkühlenden Erde zu betrachten ist." Wenn die steile Stellung der Schichten des primitiven Gneisses, wie solche in den parallelzonigen, fächerförmigen und giebelförmigen Schichtengebäuden hervortritt, wirklich als eine ursprüngliche betrachtet werden muss, dann gilt auch der Ausspruch von Kittel: „So lange eine Hypothese die fast seigere Stellung der Urgebirgsschichten nicht vollkommen gründlich zu erklären vermag, kann und darf sie nicht als der Wahrheit auch sich nur nähernd angesehen werden." (Skizze der geogn. Verhältnisse von Aschaffenburg, S. 40.)

Dass sich die primitiven Gesteine ursprünglich in einem weichen, plastischen Zustande befunden haben müssen, diess hat Scheerer aus den Biegungen und Undulationen der Gneisslagen, und schon früher Macculloch aus den höchst auffallenden Windungen des Glimmerschiefers geschlossen, welche er mit ähnlichen Windungen in der Structur gewisser Basalte verglich. Auch dürfte sich gegen die Richtigkeit dieser Folgerung nichts einwenden lassen, welche in der so häufig vorkommenden Streckung des Gneisses und anderer Urgesteine ihre vollkommene Bestätigung findet. Ob aber dieser plastische Zustand durch hohe Temperatur allein, oder durch gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Wasser, oder lediglich durch letzteres Element bedingt worden sei, diess sind Fragen, deren Beantwortung noch von der Zukunft erwartet werden muss.

1843, Cotta, Grundriss der Geognosie, 1846, S. 161, *Rivière*, *Bull. de la soc. géol. 2. série*, *VII*, *p.* 327 ff. u. s. w.

Einstweilen ist die eigentliche Bildungweise der primitiven Gesteine noch in ein solches Dunkel gehüllt, dass dieselben mit allem Rechte als kryptogene Gesteine bezeichnet werden können. Vielleicht bietet die zuerst von Mitscherlich angedeutete Theorie eine Lösung des Räthsels.

Drittes Kapitel.

Neuere Formationen von Gneiss und krystallinischen Schiefern.

§. 291. *Neuere kryptogene Bildungen von Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w.*

Um die Betrachtung so nahe verwandter Gegenstände nicht zu weit aus einander zu halten, scheint es zweckmässig, die neueren Bildungen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen geschichteten Silicatgesteinen unmittelbar nach der Urgneissformation und Urschieferformation zur Sprache zu bringen. Dabei haben wir es grösstentheils nur mit den Lagerungsverhältnissen dieser Bildungen zu thun, indem ihre petrographischen Verhältnisse keine besonders auffallenden Verschiedenheiten von denen jener ältesten Formationen erkennen lassen.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, dass in der Architektur der uns bekannten Erdkruste, ausser den ältesten, fundamentalen Gneiss- und Schieferbildungen, hier und da auch jüngere dergleichen Bildungen hervortreten, welche zu den merkwürdigsten Erscheinungen der Gebirgswelt gehören dürften. Von einem allgemeineren Gesichtspuncte aus sind wohl dreierlei dergleichen Bildungen zu unterscheiden:

1) kryptogene neuere Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w., oder solche geschichtete, krystallinische Silicatgesteine, deren Entstehung noch nicht genügend erklärt werden kann;
2) metamorphische Gneisse und Glimmerschiefer, welche durch Umwandlung anderer schiefriger Gesteine entstanden sind, und
3) eruptive Gneisse, welche wahrscheinlich, eben so wie die Granite, auf dem Wege der Eruption gebildet wurden.

Wir wenden unsere Aufmerksamkeit zuvörderst den nicht primitiven kryptogenen Gneiss- und Schieferbildungen zu. Als solche sind nämlich diejenigen Ablagerungen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen geschichteten Silicatgesteinen zu betrachten, welche entweder unzweifelhaften sedimentären Formationen, oder auch der Urschieferformation unter solchen Verhältnissen aufgelagert sind, dass dieses ihr Lagerungsverhältniss weder durch Ueberschiebungen (I, 972) noch durch sonstige Dislocationen erklärt werden kann, während doch

auch keine hinreichenden Beweise für ihre metamorphische oder eruptive Natur aufzufinden sind.

Dergleichen Bildungen gehören keinesweges zu den grossen Seltenheiten, auch gewinnen sie mitunter eine recht bedeutende Ausdehnung. Man kennt sie z. B. in Sachsen zwischen Freiberg und Hainichen, bei Frankenberg, im Schönauer Thale unweit Zwickau, in Oberfranken bei Münchberg, in Norwegen, in den Alpen, und wird sie bei genauerer Untersuchung gewiss auch in anderen Gegenden auffinden.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes dürfte eine etwas ausführlichere Betrachtung einiger dieser Bildungen gerechtfertigt erscheinen.

Neuere Gneissbildungen bei Mobendorf und Mühlbach in Sachsen. Westlich von Freiberg liegen über den Schichten der silurischen, bei Langenstriegis graptolithenführenden Grauwackenbildung, und unter den Conglomeraten der (wahrscheinlich devonischen) Steinkohlenformation von Hainichen und Ebersdorf, ein paar mächtige Ablagerungen von Gneiss, welcher zwar oft in Glimmerschiefer, bisweilen auch in Grünsteinschiefer oder in granitähnliche Gesteine übergeht, seiner vorwaltenden Masse nach aber als ein wirklicher Gneiss bezeichnet werden muss. Die Mächtigkeit dieser, in zwei oder drei grossen, von NO. nach SW. hinter einander liegenden Stöcken abgelagerten Gneissbildung beträgt viele tausend Fuss; ihre wirkliche und zwar gleichförmige Auflagerung auf der Grauwacke wird aber durch die an vielen Puncten vorliegenden Schichtungsverhältnisse dargethan. Von Uebergängen aus der Grauwacke oder dem Grauwackenschiefer in den Gneiss ist nichts zu beobachten, daher denn auch an keine Metamorphose gedacht werden kann; und, wenn auch einige Erscheinungen bei Sachsenburg (z. B. Einschlüsse von unregelmässigen Thonschieferpartieen) auf eine eruptive Bildungsweise zu verweisen scheinen, so möchten doch die übrigen Verhältnisse mit einer solchen Annahme nicht hinreichend in Einklang stehen, obwohl sich ein inniger Zusammenhang zwischen dieser Gneissbildung und denen bei Seifersdorf auftretenden Grünsteinbildungen vielleicht bei genauerer Untersuchung herausstellen dürfte. Vor der Hand aber und bis durch weitere Untersuchungen ihre Verhältnisse gründlicher erforscht sein werden, ist diese Gneissbildung als eine ganz räthselhafte Erscheinung, als eine kryptogene Bildung zu betrachten, welche wegen ihrer entschiedenen und regelmässigen Auflagerung über den Schichten der silurischen Formation unmöglich mit der primitiven Gneissformation vereinigt werden kann*).

Neuerer Glimmerschiefer bei Schönau, unweit Zwickau in Sachsen. Im Gebiete des Wildenfelser Uebergangsgebirges, südöstlich von Zwickau, tritt, gleichfalls über den Schichten der sedimentären Formation, eine sehr merkwürdige Gesteinsablagerung auf, welche, westlich von Grünau mit einer hohen Kuppe beginnend, durch das Schönauer Thal hindurchsetzt,

*) Das Nähere über diese Gneissbildung ist nachzusehen in der Geognost. Beschreibung des Königr. Sachsen u. s. w. Heft I, S. 79 f. und Heft II, S. 352 ff.

und ohne Unterbrechung in nordwestlicher Richtung bis jenseits des Lohthales zu verfolgen ist. Auf der erwähnten Kuppe ist das Gestein theils dichter und selbst blasiger Grünstein oder Grünsteinschiefer, theils eine flaserige, hornblendschieferähnliche Masse. Von der Höhe hinab nach Nordwesten hin geht jedoch dieser flaserige Hornblendschiefer durch Aufnahme von grünem Glimmer oder Chlorit erst in hornblendigen Chloritschiefer*), hierauf durch allmäligen Austausch des grünen Glimmers gegen grauen Glimmer in langflaserigen und endlich in breitblättrigen undulirten Glimmerschiefer über, so dass diese letzteren Gesteine zu beiden Seiten des Schönauer Thales und auf den Höhen zwischen diesem und dem Lohthale bei weitem vorwalten. Der Glimmerschiefer enthält bisweilen etwas Feldspath, und gewinnt dadurch mitunter selbst eine gneissähnliche Beschaffenheit. Dagegen bestehen wiederum die Kuppen zu beiden Seiten des Lohthales aus hornblendigem Chloritschiefer, Hornblendschiefer und dichtem Grünstein, welcher letztere jedoch immer nur sehr untergeordnet aufzutreten scheint.

Dass nun aber diese verschiedenen Gesteine, trotz der grossen Unähnlichkeit der beiden Extreme, des wellenförmigen Glimmerschiefers und des dichten Grünsteins, dennoch als integrirende Theile eines und desselben Gebirgsgliedes, als die Producte eines und desselben Bildungsprocesses betrachtet werden müssen, dafür bürgen die bestimmtesten Uebergänge, welche sich Schritt vor Schritt und grossentheils an anstehenden Felsenmassen verfolgen lassen. Uebrigens zeigt diese Ablagerung insofern eine völlige Unabhängigkeit von der Grauwackenformation, als ihre Längenausdehnung den Schichten derselben keineswegs parallel ist, sondern solche oft unter bedeutenden Winkeln durchschneidet, gerade wie diess mit denen im Planitzer Uebergangsgebirge ausgebreiteten Grünstein-Ablagerungen der Fall ist, welche eine abweichende und übergreifende Lagerung besitzen**). — Am südwestlichen Rande der Schönauer Glimmerschiefermasse herrscht eine sehr flache Schichtenstellung, indem die Schichten dort nur 5 bis 15° in Nordost geneigt sind; unter ihnen sieht man am linken Thalgehänge fast horizontale Schichten eines erdigen Grauwackenschiefers, im Lohthale aber eben dergleichen Schichten mit 30 bis 40° Neigung hervortreten. Am nordöstlichen Rande dagegen fallen die Glimmerschieferschichten im Schönauer Thale 40 bis 60° in Nordwest, und ausgezeichneter erdiger Grauwackenschiefer steht in der Nähe des metallisch glänzenden Glimmerschiefers an. Die sehr vollkommene Streckung

*) Ob es wirklicher Chloritschiefer, oder nur ein grüner Glimmerschiefer sei, diess muss ich dahin gestellt sein lassen, da ich seit meinen, vor vielen Jahren ausgeführten Untersuchungen nicht wieder Gelegenheit gehabt habe, jene Gegenden zu besuchen.

**) G. Bischof ist der Ansicht, dass es einen schlagenderen Beweis gegen die Bildung solcher Grünsteine auf eruptivem Wege wohl nicht geben könne, als diese Unabhängigkeit ihrer Lagerung; (Lehrb. der phys. u. chem. Geol. II, S. 973). Dieser Ansicht möchten sich wohl nur wenige Geognosten anschliessen, da man in jener Unabhängigkeit der Lagerung mit Recht einen der hauptsächlichen Beweise für die eruptive Bildung findet.

des Hornblendschiefers und langflaserigen Glimmerschiefers streicht gewöhnlich von SW. nach NO. und fällt nach der letzteren Gegend ein *).

Gneissbildung von Münchberg in Oberfranken. Schon bei Reuth, im Sächsischen Voigtlande, liegt mitten im Gebiete der Grauwacke eine Ablagerung von Gneiss, welche daselbst die höchsten Puncte bildet, und keinenfalls als eine Einlagerung im Grauwackengebirge zu betrachten sein dürfte, obwohl sich ihr Gestein stellenweise einer sehr feldspathreichen, schieferigen Grauwacke nähert. Weiter südlich, bei Hof in Baiern, liegt eine Glimmerschieferpartie in discordanter Lagerung über den Schichten der Grauwackenformation. Es sind diess gewissermaassen die Vorposten jener grossen, dem nordwestlichen Abfalle des Fichtelgebirges vorgelagerten Gneissbildung, in deren mittleren Theile die Stadt Münchberg liegt, und welche unstreitig eine der merkwürdigsten geognostischen Erscheinungen in Oberfranken bildet. Nicht nur die manchfaltigen untergeordneten Stöcke und Lager, sondern ganz vorzüglich die Lagerungsverhältnisse sind es, welche dieser Gneissbildung ein hohes geologisches Interesse verleihen. Es unterliegt nämlich gar keinem Zweifel, und ist sowohl durch Fr. Hoffmanns, als auch durch v. Herders, Cotta's und meine eigenen Beobachtungen auf das Bestimmteste dargethan worden, dass diese ganze, wesentlich aus Gneiss bestehende, und fast über 8 Quadratmeilen ausgedehnte Bildung in einer bassinförmigen Vertiefung der sedimentären Grauwackenformation eingelagert ist, welche Lagerung, zugleich mit der an den Auflagerungspuncten vorliegenden Gesteinsbeschaffenheit, einen schlagenden Beweis gegen die, jetzt über alle Maassen ausgedehnten Ansichten vom Metamorphismus der Felsarten liefert.

Wenn übrigens auch diese Bildung im Allgemeinen mit vollem Rechte als Gneiss bezeichnet werden muss, so geht sie doch sehr häufig, und namentlich nach ihren Gränzen hin, in Glimmerschiefer über, welches Gestein zumal an der südöstlichen Gränze sehr vorwaltet; zuweilen ist es aber ein sehr grobflaseriger und feldspathreicher, fast granitähnlicher Gneiss, welcher dem feinen Uebergangsthonschiefer unmittelbar aufliegt; wie z. B. bei Schauenstein und Suttenbach, besonders aber bei Gräfengehaig und Eppenreut. Ueberhaupt ist ein allmäliger Uebergang aus den unterliegenden sedimentären Schiefern in den aufliegenden Gneiss nirgends zu beobachten. Die Lagerung aber stellt sich, mit wenigen Ausnahmen, längs der ganzen Gränze so heraus, dass die sedimentären Schiefer rings um das Gneissgebiet unter dasselbe einschiessen, während ihnen der Gneiss oder der Glimmerschiefer gleichförmig aufgelagert sind **).

*) Vergl. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 308 ff. G. Bischof sucht in seinem Lehrb. der phys. und chem. Geol. II, S. 951 ff. die Ansicht geltend zu machen, dass die ganze Ablagerung ursprünglich Grünstein gewesen, und erst später durch hydrochemische Processe in die übrigen Gesteine umgewandelt worden sei. Die chemische Möglichkeit solcher Processe beweist freilich noch nicht die Wirklichkeit derselben.

**) Nur an der südöstlichen, dem Granite des Fichtelgebirges zugewendeten Gränze kommen einzelne Puncte vor, wo die Grauwacke senkrecht neben dem Gneisse steht, oder auch von ihm wegfällt; was allerdings sehr beachtenswerth ist.

Diese Münchberger Gneissbildung umschliesst aber auch mehre, recht interessante untergeordnete Gebirgsglieder; dahin gehören besonders der Serpentin von Wurlitz und Haideck, welcher mit dem gleichfalls an der Gränze auftretenden Serpentinlager von Schwarzenbach, und mit dem Serpentinstocke von Zell in unterirdischem Zusammenhange stehen dürfte; ferner gehören hierher die Eklogitstöcke von Wölbattendorf, Wustuben, Silberbach, Untersauerhof, Stambach und Falls; endlich die Hornblendschiefer und Amphibolite, deren Ablagerungen besonders zwischen Wurlitz und Hof zu einer ansehnlichen Mächtigkeit gelangen, während ähnliche Gesteine vielfach in untergeordneter Wechsellagerung, zwischen dem Gneisse auftreten.

So liegt uns also hier ein 8 Quadratmeilen grosses Gneiss- und Glimmerschiefer-Territorium vor, welches sich rücksichtlich seiner Gesteine und Einlagerungen mit jeder primitiven Gneissbildung vergleichen lässt, obwohl es durch seine meist gleichförmige Auflagerung auf sedimentären Schiefern der devonischen (wo nicht zum Theil einer noch jüngeren) Formation als eine weit neuere Bildung charakterisirt wird. Ob die merkwürdige Erscheinung, dass der Gneiss am nördlichsten Puncte seiner Gränze, bei Epplas, einen keilförmigen Vorsprung nach Norden bildet, in dessen verlängerte Richtung die dem Urthonschiefer zwischen Hirschberg und Tiefengrün eingelagerten Gneissstöcke fallen, hinreichend ist, um etwa die Vermuthung einer eruptiven Entstehungsweise zu begründen, darüber möchte sich wohl vor der Hand noch kein bestimmtes Urtheil fällen lassen; sollte es aber den Anhängern des Ultrametamorphismus gelingen, die Gesteine dieser Münchberger Gneissbildung als metamorphosirte Sandsteine und Schiefer zu erkennen, und diese Erkenntniss zur objectiven Evidenz zu bringen, dann sind wir gern bereit, den Namen einer kryptogenen Gneissbildung aufzugeben, mit welchem wir sie noch einstweilen belegen zu müssen glauben.

Da das betreffende Heft der geognostischen Beschreibung des Königreiches Sachsen und der angränzenden Länderabtheilungen noch nicht erschienen ist, so verweisen wir den Leser wegen der näheren Verhältnisse dieser Gneissbildung auf Section XX der geognostischen Specialcharte von Sachsen, und auf die vortrefflichen Beobachtungen, welche Fr. Hoffmann in Poggendorffs Annalen, Bd. 16, 1829, S. 545 ff., so wie in seiner Uebersicht der orogr. und geognost. Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland, S. 418 ff. über diese interessante Bildung veröffentlicht hat. Die später von v. Herder, Cotta und mir selbst ausgeführten Untersuchungen haben die von Hoffmann gefundenen Resultate vollkommen bestätigt, ohne jedoch auf eine Bekräftigung der theoretischen Ansichten zu führen, in welchen auch dieser ausgezeichnete Geolog den Schlüssel zur Erklärung der hier vorliegenden Verhältnisse zu finden glaubte, indem er eine metamorphische Bildung des Gneisses und der ihn begleitenden Gesteine voraussetzte. Aber ganz richtig nennt er es eine Gneissdecke, welche sich hier, auf verhältnissmässig sehr jungen Schichten des Uebergangsgebirges ausbreitet; ganz richtig ist es, wenn er hinzufügt: „und doch ist das Innere*) dieser Gneissmasse so vollkommen rein

*) Wir müssen hier hinzufügen: und auch oft das Aeussere.

und krystallinisch, so feldspathreich und grobflaserig, dass nichts in ihr so leicht an das verhältnissmässig sehr neue Alter ihrer Bildung erinnern möchte. Die häufig in ihr vorkommenden Lager eines grosskörnig krystallinischen Gemenges von grasgrünem Strahlstein und blutrothen Granaten, in deren einem, am Weissensteine unweit Gefrees, sich die schönen Zoisite finden, tragen den reinsten Charakter von Gebilden, die wir bisher nur Producte der Urzeit zu nennen gewohnt waren. Nichts aber erinnert in diesem Gebiete, so weit ich mich davon zu unterrichten Gelegenheit fand, an das Auftreten von Graniten, Syeniten, Porphyren oder verwandten Gesteinen.“

Neuere Gneiss- und Schieferbildungen in Norwegen. In einem noch weit grossartigeren Maassstabe treten neuere krystallinische Schieferbildungen in mehren Gegenden Norwegens auf, über dessen Felsenbau durch die vortrefflichen Untersuchungen und Zusammenstellungen Keilhaus so äusserst wichtige und interessante Resultate gewonnen worden sind.

In West-Finnmarken bei Talvig sieht man auf das Deutlichste, wie die dortigen, 20 bis 70° nach Nord, Nordwest und West einfallenden Schichten der Uebergangsformation die Unterlage eines Gneissterritoriums bilden, dessen Gesteine denen des primitiven Gneisses ganz ähnlich sind. Schwarzer, bisweilen alaunschieferähnlicher, blauer und grüner Thonschiefer mit Grünstein-Einlagerungen wird von einer mächtigen Zone grauen, dichten Kalksteins bedeckt, auf welchen Thonglimmerschiefer, dann ein weisser, feinkörniger, talkhaltiger Kalkstein, und Glimmerschiefer mit Kalksteinlagern folgt, bis endlich der Gneiss in mächtiger Entwickelung auftritt. Eben so sieht man bei Nögelen am Quänangerfjord ein sehr schönes Profil, in welchem die gleichförmige Auflagerung des Glimmerschiefers über denen 30 bis 40° fallenden, aus Schiefer, Kalkstein und Quarzit bestehenden Schichten der Uebergangsformation vortrefflich entblöst ist. (*Gäa Norvegica*, *I*, 277 u. 284.)

Noch auffallender sind die Erscheinungen, welche das grosse krystallinische Schieferterritorium von Central-Norwegen erkennen lässt. Dieses, in seinem südlichen Theile, von Röldal im Christiansandstifte bis an den Fämundsee, in der Richtung von SW. nach NO. mit immer zunehmender Breite über 50 Meilen weit ausgedehnte Schieferterritorium zeigt nämlich nördlich vom Mjösensee, in der Linie von Osen bis Bödal, also auf mehr als 12 Meilen Länge, eine meist gleichförmige Auflagerung auf den Schichten der silurischen Formation, während dasselbe sowohl östlich von Osen, bis nach Trysil, als auch südwestlich von Bödal, in Valders (z. B. bei Nordre-Ourdal, am oberen Ende des Slidrefjordes, und zwischen Hemsedal und Leerdal), so wie in Hallingdalen (z. B. am Syningen und südlich vom Hallingskarven), in schwach geneigten Schichten den steilen Schichtenköpfen der Urgneissformation abweichend und übergreifend aufgelagert ist. Während diess im Allgemeinen die Lagerungsverhältnisse an der südlichen Gränze des Territoriums sind, so geben sich dagegen an der nördlichen Gränze zum Theil ganz andere Verhältnisse zu erkennen; wie z. B. längs dem grossen Bogen, der sich vom Suuletind über Fortun nach Vaage zieht, wo (wie bereits S. 158 erwähnt wurde), die Schiefer dem Gneisse nicht nur gleichförmig aufgelagert, sondern auch durch Gesteinsübergänge und Wechsellagerung so innig verbunden sind, dass eine bestimmte Gränze gar nicht anzugeben ist.

Obgleich nun dieses grosse Schiefergebiet an seiner südlichen Gränze ganz gewöhnlich, und da, wo es der silurischen Formation des Mjösendistrictes aufliegt, sogar in grosser Mächtigkeit, mit solchen Schichten beginnt, welche noch einen mehr oder weniger entschiedenen sedimentären Charakter besitzen, so entfaltet es doch in seinen oberen Schichten eine immer vollkommnere krystallinische Natur. Dort besteht es wesentlich und vorwaltend aus sehr krystallinischem Thonschiefer, Glimmerschiefer, Quarzschiefer, chloritischem oder anderm grünen Schiefer mit untergeordneten Lagern oder Stöcken von Hornblendschiefer und Gneiss; ja, wo die sanft geneigten Schichten (wie z. B. in Hallingdalen) in hohen Bergen aufragen, da sieht man nicht selten, wie die Gipfel dieser Berge von Hornblendgesteinen oder gneissartigen Felsarten gebildet werden, während ihr Fuss aus Thonschiefer, und ihr mittlerer Abhang aus solchen Gesteinen besteht, welche einen Uebergang zwischen dem Fussgesteine und dem Gipfelgesteine vermitteln; (*Gäa Norvegica I*, 382—416).

Die Schiefergebirge von Hallingdalen, Filefjeld und Dovrefjeld, bis über den Fämundsee und weit über Trondhjem und Röraas hinaus sind es, welche zu diesem grossen Schieferterritorium Central-Norwegens gehören, das vielleicht künftig in zwei Bildungen zu trennen sein wird, von denen die eine, durch ihr inniges Anschliessen an den primitiven Gneiss als Urschieferformation, die andere, durch ihre discordante Lagerung gegen den Gneiss und ihre entschiedene Auflagerung auf der Silurformation, als eine neuere krystallinische Schieferformation charakterisirt ist. Die eigentliche Bildungsweise der einen wie der anderen dürfte vor der Hand noch als ein ungelöstes Räthsel zu betrachten sein; denn durch die blose Aussage, dass wir es hier mit transmutirten oder metamorphischen Schichten zu thun haben, scheint weder eine besondere Aufklärung gewonnen noch die Ansicht widerlegt zu werden, dass diese Schichten wohl auch ursprünglich so gebildet worden sein können, wie sie uns jetzt vorliegen.

Neuere Gneissbildungen in den Alpen. Mitten in den Centralmassen der Alpen, am Montblanc, an der Grimsel, am St. Gotthard u. s. w. treten mächtige Ablagerungen eines eigenthümlichen Gneisses (I, 564) auf, die sich im Allgemeinen als colossale Lenticularstöcke beschreiben lassen, innerhalb welcher das Gesetz eines fächerförmigen Schichtenbaues zur Ausbildung gebracht ist. Mit ihren Seiten lehnen sich diese Fächer gewöhnlich an sedimentäre Kalksteine an, zwischen denen sie wie aufrecht stehende Keile eingeklemmt sind*). So verhält es sich mit dem Gneissfächer des Montblanc am Fusse des Col de Géant, und eben so mit den Gneissfächern an der Grimsel und am St. Gotthard. Allein am östlichen Ende des erstgenannten Gneissstockes, am Mont Catogne, fand Studer das entgegengesetzte Verhältniss, d. h. der Gneiss bildet daselbst ein giebelförmiges Schichtensystem, an dessen Seiten sich die Kalksteine anlehnen. „Wo also die Gneissmasse am mächtigsten entwickelt ist, da erscheint sie aufgelagert; wo sie sich erniedrigt und in geringerer Breite auftritt, da wird der Kalk vertical,

*) Man vergleiche den im ersten Bande S. 985 stehenden Holzschnitt, welcher ein ideales Profil dieser Verhältnisse darstellt.

oder er ist aufgelagert.“ Dieselben Verhältnisse lassen sich noch deutlicher längs der Gränze der Finsteraarhorn-Masse erkennen; denn während an der Jungfrau, in Grindelwald, Urbach und Hasli der Gneiss in meilenweiter Ausdehnung dem Kalksteine aufgelagert ist, so kehrt sich im Wallis, unterhalb Naters bis Leuk, an der Gemmi und im Gasterenthale das Verhältniss um.

Studer betrachtet die Auflagerung des Kalksteins auf dem Gneisse, wie solche an denen sich auskeilenden Enden der grossen Gneissstöcke hervortritt, als das eigentlich normale oder anfängliche Verhältniss, und ist der Ansicht, dass diese Gneissmassen da, wo sie eine grössere Mächtigkeit und Höhe gewinnen, den Kalkstein umgebogen und unter ihre eigenen Massen gedrängt haben; eine Ansicht, welcher man wohl unbedingt beistimmen muss. „Denn auf diesen gewaltigen Druck, der vom Innern jener Centralmassen auf das zu beiden Seiten anstossende Gebirge ausgeübt worden ist, weisen alle Verhältnisse hin.“ (Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1847, S. 179 f.) Als eine, wohl nicht ganz bedeutungslose Erscheinung verdient noch erwähnt zu werden, dass diese oft so granitähnlichen Gneisse neben ihrer höchst ausgezeichneten Schichtung eine sehr wohl erkennbare Streckung besitzen, und dass die Richtung dieser linearen Parallelstructur, so weit meine zwischen Guttannen und Obergestelen, zwischen Airolo und Amsteg angestellten Beobachtungen reichen, fast überall mit der Falllinie oder Aufsteigungslinie der Schichten sehr nahe zusammenfällt.

Eine andere sehr merkwürdige Erscheinung, deren Kenntniss wir Studer verdanken, ist die räthselhafte Verbindung dieser centralen Gneissmassen der Alpen mit Quarziten, Quarzsandsteinen und eigenthümlichen Conglomeraten, welche Gesteine stets an beiden Enden, also jenseits der Auskeilungspuncte, und in der verlängerten Axe dieser Gneissstöcke auftreten. „Welches nun auch der Ursprung dieser Quarzite und Conglomerate sein mag, so kann derselbe offenbar nicht von demjenigen des Gneisses getrennt werden; beide, dem ersten Anschein nach so verschiedenartige Gesteine müssen Producte desselben Processes sein.“ (Neues Jahrb. für Min. u. s. w. 1844, S. 450.)

Aus allen Verhältnissen dieser Alpinischen Gneisse ergiebt sich nun wenigstens so viel, dass sie jünger sind, als die sie einschliessenden Kalksteine, d. h. dass sie erst nach der Bildung und Festwerdung dieser letzteren ihren gegenwärtigen Ablagerungsraum eingenommen haben. Diese Kalksteine sind aber nicht älter, als die Liasformation. Folglich müssen wir die Existenz mächtiger Gneissmassen zugeben, deren Bildung mindestens erst nach der Periode der Liasformation Statt fand, obwohl andere Verhältnisse auf ein noch weit jüngeres Alter schliessen lassen. Da nun für eine eruptive Entstehung dieser Centralgneisse der Alpen vielleicht noch keine ganz hinreichenden Beweise vorliegen, so pflegt man sie gleichfalls für metamorphosirte Sedimentbildungen zu erklären, und Studer selbst, welcher sie neuerdings gar nicht mehr als geschichtete Gneisse, sondern als schiefrige Granite betrachtet, glaubt in ihnen das Extrem der Umwandlung ursprünglich neptunischer Schichten annehmen zu müssen; (Lehrb. der physik. Geogr. II, 153). Wir lassen diese Ansicht auf sich beruhen, begnügen uns mit dem Resultate, dass diese Gneissbildung jedenfalls einer, verhältnissmässig sehr neuen Formation angehört und geben noch zum Schlusse ein von Studer entlehntes Bild des aus Gneiss und Glimmerschiefer bestehenden Fächers, welcher in Graubünden, am

Ausgange des Val Tuors bei Bergün, als die südwestliche und bereits sehr verschmälerte Fortsetzung des mächtigen Gneisstockes der Scaletta entblöst ist, und zunächst zwischen rothen Sandsteinen eingeklemmt erscheint, welche beiderseits von den Kalksteinen und Dolomiten des Albulahorns und der Raveschkette getragen werden.



Raveschkette Val Tuors Albulakette
Gn. Gneiss, *RS* Rother Sandstein, *K u D* Kalkstein u. Dolomit.

Dass diese Gneissschichten, welche auch Studer für wirkliche Schichten erklärt, ursprünglich horizontal gewesen, und erst später in ihre gegenwärtige Stellung versetzt worden seien, diess ist wohl eben so schwer zu begreifen, als die angebliche Bildung derselben durch Umwandlung von Schieferthonen oder Sandsteinen.

Unmöglich können wir die Betrachtung der Alpinischen Gneisse verlassen, ohne die höchst denkwürdigen, um nicht zu sagen, wunderbaren Erscheinungen erwähnt zu haben, welche für gewisse dieser Gesteine*) durch Ueberschiebungen und andere gewaltsame Dislocationen längs ihrer Gränze gegen den Kalkstein hervorgebracht worden sind. Die erste Kunde von diesen Erscheinungen verdankt man dem wackeren Hugi**), dessen Beobachtungen später besonders von Studer wiederholt, vervollständigt und theilweise berichtigt worden sind, weshalb wir auch die nachfolgende bildliche und wörtliche Darstellung zweier Beispiele aus des Letzteren trefflichem Lehrbuche der physikalischen Geographie entlehnen***).

Schon im ersten Bande (S. 977) wurde der merkwürdigen Ueberlagerung des Kalksteins durch gneissartige Gesteine im Haslithale gedacht, und dabei bemerkt, dass ähnliche, aber zum Theil noch weit auffallendere Verhältnisse an vielen Puncten zu beobachten sind, weshalb sie schon Hugi als ganz allgemeine Erscheinungen in den Schweizer Alpen bezeichnete. Ein paar

*) Wir sagen: für gewisse dieser Gesteine, weil es uns noch nicht in allen Fällen erwiesen zu sein scheint, dass es Massen des Centralgneisses sind, welche diese Ueberschiebungen erfahren haben.

**) Naturhistorische Alpenreise, 1830, S. 29 ff.

***) Bd. II, S. 157, womit auch die früheren Mittheilungen im *Bull. de la soc. géol. 2. série, IV*, 1847, *p.* 208 ff. zu vergleichen sind, an welche sich interessante Discussionen von Martins und Rozet anschliessen.

besonders ausgezeichnete Beispiele finden sich am Mettenberge bei Grindelwald und auf der Höhe des Urbachsattels bei Rosenlaui.



Erscheinungen
am Stelliborne. am Mettenberge.

T Tossenhorn, *U* Urbachsattel, *S* Kleines Schreckhorn,
S Stellihorn, *E* Engelhorn. *M* Mettenberg.

Am klarsten, sagt Studer, sind die Verhältnisse an dem Abfalle des Urbachsattels gegen das Urbachthal aufgeschlossen. Das gneissartige Gestein des Tossenhornes greift hier in mehren, zum Theil wohl ½ Stunde langen Verzweigungen in das Kalkgebirge des Stellihornes ein, und hat dasselbe zum Theil auch umgewandelt; doch ist die nordöstlich fallende Schichtung des Kalkes deutlich geblieben, und ihr parallel erstrecken sich auch die Keile des Gneisses. Diese aber sind dergestalt schiefrig abgesondert, dass ihre Schieferung der allgemein herrschenden des dortigen Gneisses (am Tossenhorne, im Urbachthale) parallel, 45° in Süd fällt, und folglich die Gneisskeile unter sehr starken Winkeln durchschneidet. Einer der Kalkkeile ist gebrochen, und sein südliches Ende folgt der Schieferung des Gneisses. Höchst auffallend ist die zwar nicht ganz fehlende, aber doch weit unter der Erwartung bleibende metamorphische Einwirkung auf den Kalk. Auf beiden Seiten von Gneiss umschlossene Kalkstraten, von kaum mehr als einem Zoll Dicke, haben weder die graue Farbe, noch den unkrystallinischen sedimentären Charakter verloren; deutlich erhaltene Belemniten und Ammoniten finden sich fast an der Contactfläche; nur an wenigen Stellen ist der Kalk gefärbt, dolomitisch, von Talkblättern durchzogen, oder krystallinisch, aber auch im letzteren Falle selten weiss, meist noch grau oder schwarz; von Granat, Vesuvian, Epidot und anderen Contactbildungen sieht man keine Spur.

Am Mettenberge ist eine mächtige Kalksteinmasse knieförmig zu einem liegenden Sattel (I, 922) umgebogen, welcher dem Thale von Grindelwald einen Absturz von wenigstens 3000 F. Höhe zukehrt; die Schichtung des Kalkes lässt sich deutlich nach der ganzen Biegung verfolgen, und man überzeugt sich auf der Höhe des Berges, dass dort die Schichtenfolge verkehrt liegt gegen die am Fusse bei Stieregg beobachtete. Aber hier wie auf der Höhe zeigt der dem Kalksteine angränzende Gneiss eine Parallelstructur und Schichtung, deren Ebene ungefähr 45° in Süd fällt; es ist diess die allgemeine Structur des dortigen Gneissgebirges, welche sich unter, neben und über dem Kalke vollkommen gleich bleibt, ohne die geringste Beziehung zu der Lagerung erkennen zu lassen.

Eine naturgemässe Erklärung dieser und ähnlicher Erscheinungen der

Alpenwelt dürfte wohl nur in grossartigen Hebungen, Verschiebungen und Ueberstürzungen zu finden sein, welche den Gneiss und das ihm aufgelagerte Kalksteingebirge zu einer Zeit betrafen, da der Kalkstein noch hinreichende Biegsamkeit und Weichheit besass, um ein solches Ueberschlagen seiner Schichten, wie am Mettenberge, oder eine solche Eintreibung der keilförmig zersplitterten Gneissmasse, wie am Stellihorne, zu gestatten*).

§. 292. *Neuere eruptive Gneissbildungen.*

Obwohl das Dasein eruptiver Gneissbildungen noch nicht mit derjenigen Evidenz dargethan worden ist, wie diess von anderen eruptiven Bildungen behauptet werden kann, so lassen doch einige Gneissablagerungen solche Verhältnisse der Lagerung, oder auch solche Beziehungen zu anderen Gesteinen erkennen, wie sie gewöhnlich nur bei Graniten und anderen eruptiven Felsarten beobachtet werden.

Manche Gneisse sind in der That gar nichts anderes, als eine äussere Umhüllung, eine Gränz- oder Contactmodification von eruptiven Granitmassen, welche, obwohl im Innern vollkommen granitisch, so doch nach aussen hin eine mehr oder weniger deutliche Parallelstructur und Schichtung entwickeln, und eben dadurch in Gneiss übergehen. Dass nun aber ein solcher Gneiss mit demselben Rechte als eine eruptive Bildung gelten muss, wie derjenige Granit, von welchem er nur einen integrirenden Theil ausmacht, diess bedarf wohl keines Beweises.

Wir haben bereits oben S. 62 aus mehren Gegenden dergleichen dem Granite zugehörige Gneissbildungen erwähnt, welche trotz ihrer zum Theil beschränkten Ausdehnung doch insofern alle Aufmerksamkeit verdienen, als sie uns Beispiele von wirklich eruptiven Gesteinen vorführen, die nach allen ihren Eigenschaften als Gneiss bezeichnet werden müssen, wenn man auch versuchen sollte, sie durch andere Benennungen, wie etwa schiefriger Granit, aus der Kategorie der Gneisse zu eliminiren. Diese unzweifelhaft eruptiven Gneisse liefern einen schlagenden Beweis gegen die Allgemeingiltigkeit der Ansicht, dass die Gneisse und die mit ihnen verwandten Gesteine überall nur metamorphische Gebilde seien; ja, sie machen es gar nicht unwahrscheinlich, dass vielleicht manche der im vorhergehenden Paragraphen betrachteten Gneissbildungen künftig gleichfalls als eruptive (wenn auch nicht gerade als pyrogene) Producte anerkannt werden dürften. Es unterliegt z. B. gar keinem Zweifel, dass der Gneiss des St. Gotthard bei Gestinen alle Parallelstructur verliert, und als ein vollkommen granitisches Gestein, mit durch-

*) Die analogen, obwohl lange nicht so merkwürdigen Erscheinungen, welche in den Französischen Alpen bei Oisans vorliegen, erklärte auch Cordier für *superpositions renversées postérieurement à la formation des deux terrains en contact. Bull. de la soc. géol. VII, p.* 65.

aus richtungsloser Structur ausgebildet ist, während er umgekehrt an seinen Gränzen, gegen Airolo und Amsteg, oft einen sehr glimmerschieferähnlichen Habitus entfaltet; (Neues Jahrb. für Min. 1847, 308).

Es bleibt gewiss eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, dass manche Gneisse und Hornblendschiefer scharfkantige Bruchstücke anderer Gesteine umschliessen, und es verdienen derartige Vorkommnisse wohl immer eine sorgfältige Untersuchung ihrer anderweiten Verhältnisse. Weil in den eruptiven Graniten dergleichen Bruchstücke zu den ziemlich häufigen Einschlüssen gehören, so liegt, bei der nahen Verwandtschaft zwischen Granit und Gneiss, die Vermuthung nicht ganz fern, dass wenigstens einige von denen, durch ähnliche Einschlüsse ausgezeichneten Gneissen ebenfalls eruptiver Entstehung sein dürften.

In der That sprach sich auch Darwin für die Möglichkeit aus, dass der Gneiss von Bahia und Rio-de-Janeiro, welcher einzelne Fragmente anderer Gesteine enthält, wohl eher eine eruptive, als eine metamorphische Bildung sein möge*). Schon früher hat Cotta deutliche Bruchstücke von Grauwackenschiefer im Gneisse des Goldberges bei Goldkronach nachgewiesen, welcher der grossen Münchberger Gneissbildung so nahe liegt, dass man zwischen beiden einen innigen Zusammenhang vermuthen möchte; (Neues Jahrb. für Min. 1843, 175). Diess erinnert an den sehr verworren flasrigen Gneissstock, welcher im Striegisthale unweit Freiberg, bei der unteren Bräunsdorfer Wäsche, auf der Gränze des Glimmerschiefers und der Uebergangsformation eingeklemmt ist, weil selbiger gleichfalls an seiner hangenden Gränze grosse fragmentähnliche Partieen und Schollen eines ganz grauwackenschieferähnlichen Gesteins umschliesst, und dadurch, so wie durch die fast verticale Schichtenstellung des unmittelbar angränzenden, und durch die sehr starken Windungen des darauf folgenden Grauwackenschiefers die Vermuthung zu rechtfertigen scheint, dass er erst nach der Bildung der Grauwacke, auf der Gränze zwischen ihr und dem Glimmerschiefer, als eine eruptive Bildung hervorgetrieben worden sei.

Der zu seiner Zeit ganz richtige Ausspruch Maccullochs, dass wirkliche Fragmente im Gneisse noch nicht gefunden worden seien, hat also gegenwärtig keine Giltigkeit mehr. Auch wurden bereits oben S. 113, ausser denen von Darwin beobachteten Thatsachen, noch andere hierher gehörige Erscheinungen erwähnt, welche, wenn sie auch vielleicht auf andere Weise gedeutet werden müssen, doch wenigstens einen weichen oder plastischen, die Aufnahme

*) *Geol. observations on South America, p.* 141 ff. Derselben Ansicht ist auch Frapolli für solche Gneissbildungen, welche Fragmente umschliessen, oder Gänge bilden. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *IV*, 1847, *p.* 617.

von Fragmenten ermöglichenden Zustand derjenigen Gesteine beweisen, in welchen solche Einschlüsse beobachtet worden sind.

Bei dem Interesse, welches sich an dergleichen Vorkommnisse knüpft, glauben wir noch an ein paar Beispiele erinnern zu müssen. — Unweit Messina bei Trippi sah Fr. Hoffmann einen Gneiss voll grosser, stumpfeckiger, grauer Quarzstücke; auch fügt er hinzu, dass in diesem Gesteine schwarze, stark seidenglänzende Thonschieferbrocken unregelmässig eingeschlossen sind, wodurch die fremdartige und fragmentare Natur dieser Einschlüsse ausser allen Zweifel gesetzt wird. (Geogn. Beobb. gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien, 1839, S. 339.) — In einem sehr colossalen Maassstabe scheint sich nach Dufrénoy dieselbe Erscheinung bei le-Saillant, unweit Alassac in Centralfrankreich, zu wiederholen. Dort werden nämlich Dachschieferbrüche in einer grossen, fragmentähnlich contourirten Thonschiefermasse betrieben, welche nach oben und zu beiden Seiten von Gneiss umgeben und mit demselben auf das Innigste verwachsen ist; (*les deux roches sont presque soudées ensemble,* sagt Dufrénoy). Mag man nun hier wirklich ein colossales Fragment, oder nur eine hervorstossende Kuppe von Thonschiefer voraussetzen, jedenfalls spricht diese merkwürdige Thatsache dafür, dass dieser Gneiss eine neue, und gewiss keine metamorphische Bildung ist; (*Explic. de la carte géol. de la France, I,* 127). — Vielleicht ist auch eine Erscheinung hierher zu ziehen, von welcher Elie-de-Beaumont berichtet; (*ibidem*, 315). Der Gneiss bei Val-d'Ajol in den Vogesen, welcher oft granitartig ist, enthält nämlich mehre kleine Partieen von Schiefer und Grauwacke, zum Theil mit etwas Anthracit; was Elie-de-Beaumont als einen Beweis für die metamorphische Bildung dieses Gneisses betrachtet.

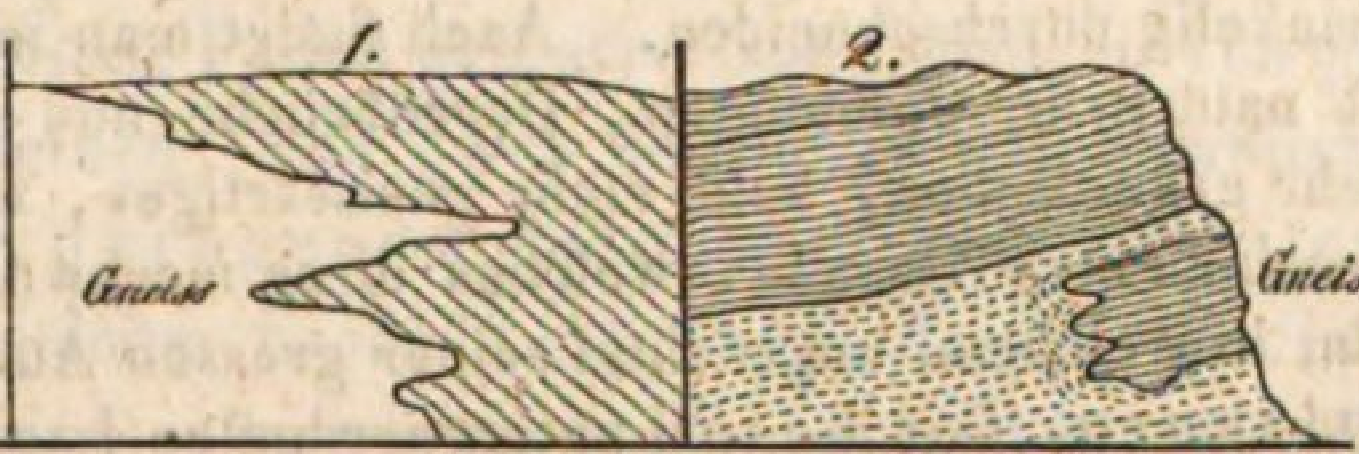
Wo der Gneiss in der Form von unzweifelhaften Gängen, also mit wirklich durchgreifender Lagerung, auftritt, da wird man ihm kaum eine andere Entstehungsweise zuschreiben können, als diejenige, welche man für Granitgänge oder Phonolithgänge anzunehmen pflegt. Das Verhältniss scheint zwar nur äusserst selten vorzukommen, ist aber doch in einigen Fällen beobachtet worden. An solche gangförmige Gneissbildungen schliessen sich aber diejenigen unmittelbar an, von deren Gränzen Apophysen in das Nebengestein auslaufen.

Ausser dem S. 114 erwähnten Vorkommnisse ist wohl auch der vorhin genannte Gneissstock im Striegisthale hierher zu rechnen, dessen Verhältnisse in der That von der Art sind, dass man ihn für einen, zwischen den Glimmerschiefer und den Grauwackenschiefer eingeschobenen Gangstock erklären möchte. Ein sehr interessantes Beispiel von Gneissgängen beschrieb Alexander von Humboldt aus der Gegend von Antimano in Venezuela; dort wird der Glimmerschiefer von Gängen durchsetzt, welche, bei 36 bis 48 Fuss Mächtigkeit, aus einem mit grossen Feldspathkrystallen erfüllten Gneisse bestehen, in welchem Dioritkugeln stecken, die sehr reich an rothen Granaten sind; (Reise in die Aequinoctialgegenden III, 51).

Fournet, welcher sich wohl überhaupt zuerst für die Möglichkeit eruptiver Gneisse ausgesprochen hat, behauptet, dass es in den Bergen von Izeron wahre Eruptionsgneisse giebt, welche andere gneissartige Gesteine gangartig

durchsetzen; (Neues Jahrb. für Min. 1838, 159). Derselbe Geolog berichtet, dass in den Französischen Alpen bei Rioupéroux an der Romanche der Protogin*) ganz entschiedene Gänge in den dasigen dioritischen und talkigen Gesteinen bilde, und dass auf den Höhen des Col-de-la-Pisse Gänge von feinkörnigem Protogin innerhalb einer grobkörnigen Varietät desselben Gesteins, so wie in der Combe de Malval, zwischen la Grave und le Dauphin, ähnliche Gänge im Gneisse aufsetzen, welche sogar Bruchstücke dieses Gneisses umschliessen; (*Mém. sur la Géol. des Alpes entre le Valais et l'Oisans*, *p.* 73).

Dass der Gneiss gegen sein geschichtetes Nebengestein unter abnormen Verhältnissen begränzt ist, wie es sonst nur bei eruptiven Gesteinen vorzukommen pflegt, diess gehört gleichfalls zu den sehr seltenen Vorkommnissen. Nachstehender Holzschnitt giebt in Fig. 1 die Darstellung eines solchen Verhältnisses aus Toskana, nach einer Skizze von Savi; der Gneiss greift in den angränzenden Verrucano mit keilförmigen Apophysen stellenweise weit hinein**); (Neus Jahrb. 1840, 511).



Gneiss von abnormen Verbandverhältnissen.

Wer möchte wohl hier dem Gedanken Raum geben, dass der Gneiss ein metamorphisches, aus dem Verrucano hervorgegangenes Gestein sei? — Die zweite Figur stellt eine analoge Erscheinung dar, welche Credner in Oberkärnthen, im Thale der kleinen Fleiss unweit Heiligenblut, beobachtete. Dort ruht nämlich gleichförmig über dem Glimmerschiefer eine, mindestens 120 F. mächtige Ablagerung eines sehr feinkörnigen, an rothen Granaten reichen, und überhaupt ganz granulitähnlichen Gneisses; allein am rechten Thalgehänge, unterhalb des Pochwerkes, drängt sich in den Glimmerschiefer eine zweite, gegen 80 Fuss mächtige Masse desselben Gesteins, welche sehr bald mit mehren keilförmigen Ausläufern zu Ende geht, zwischen denen die Schieferschichten gekrümmt, verworren und ganz abweichend von der gleichförmigen Lagerung erscheinen, mit welcher sie auch diese Masse nach oben und unten begränzen.

Eine der grossartigsten von denjenigen Gneiss-Ablagerungen, welche höchst wahrscheinlich als eruptive Bildungen betrachtet werden müssen, ist jener merkwürdige Zug von Gneissgranit, welcher hoch oben in

*) Hierbei mag daran erinnert werden, dass der Protogin gewöhnlich weit mehr ein gneissartiges, als ein granitartiges Gestein ist. Man vergleiche die Charakteristik, welche Necker in der *Bibl. univ. de Genève, sc. et arts*, *t.* 33, *p.* 66 gegeben hat, auf welche sich auch Fournet bezieht.

**) Leider ist in der von Klöden mitgetheilten Skizze die Richtung der Parallelstructur des Gneisses nicht angedeutet.

Norwegen, zwischen dem 68. und 70. Breitengrade, die Inselkette der Lofoten nebst einem Theile des angränzenden Festlandes bildet, und von Vardöe bis Röst eine Längenausdehnung von fast 60 geogr. Meilen erreicht.

Diese, auf den Inseln zu mehr als 3000 Fuss Höhe aufsteigende Granitgneissbildung ist höchst ausgezeichnet durch ihre grandiosen, abschreckenden und bizarren Felsformen. Man sieht verwegene Gipfel und freistehende Pyramiden; man sieht Felswände, die in ihrer Steilheit und glatten Nacktheit Schrecken einflössen; man sieht wunderbare Spitzen und Steinsäulen, welche der Fabel Stoff gegeben haben, und vielleicht noch jetzt den Aberglauben beschäftigen. Auf Fuglöe haben die hohen schlanken Spitzen fast die Form einer zweischneidigen Messerklinge, bei welcher man oft über die Dünnheit der Masse erstaunen muss, welche um so merkwürdiger ist, als die breiten Seitenflächen dieser Felsen nicht etwa den Schichten parallel sind, sondern solche fast rechtwinkelig durchschneiden. Auch findet man in diesen wunderbaren Bergen oft natürliche Oeffnungen, Durchbrüche und Höhlen. Es ist aber ein bald mehr granitisches, bald mehr gneissartiges, ein hier deutlich, dort gar nicht geschichtetes Gestein, welches diese merkwürdige Felsenwelt bildet; ein Gestein, in welchem, ungeachtet seiner grossen Ausdehnung, ausser mehren Graphitlagern, fast keine untergeordneten Lager bekannt sind, und welches dem primitiven Gneisse oder dem Glimmerschiefer meistentheils gleichförmig aufgelagert erscheint. Keilhau, aus dessen trefflichen Schilderungen das Vorstehende entlehnt ist, glaubt, dass hier jeder Gedanke an eine eruptive Bildungsart zurückgewiesen sei. Wenn wir jedoch die Gränzverhältnisse berücksichtigen, wie sie von Keilhau auf Engelöe und an mehren anderen Stellen zwischen diesem Gneissgranite und dem Glimmerschiefer beobachtet worden sind, Verhältnisse auf deren beistehende bildliche Darstellung er selbst kein geringes Gewicht legt, so möchten wir in ihnen wohl eher einen Beweis für, als gegen die eruptive Entstehung dieses Gneissgranites der Nordlande finden. Das Bild ist zwar nur aus der Ferne aufgenommen, lässt aber um so mehr vermuthen, dass das dargestellte Verhältniss in einem ziemlich grossen Maassstabe ausgebildet sein muss.



Gränze zwischen Granitgneiss und Glimmerschiefer auf Engelöe.

§. 293. *Neuere metamorphische Bildungen von Gneiss, krystallinischen Schiefern u. s. w.*

Viele Gesteine, welche uns jetzt als Gneiss, Glimmerschiefer, körniger Kalkstein erscheinen, hatten ursprünglich eine ganz andere Beschaffenheit, und sind erst in Folge späterer, metamorphischer Einwirkungen zu ihrem gegenwärtigen petrographischen Habitus gelangt. Es

waren besonders Glimmerschiefer, Thonschiefer und feine Grauwackenschiefer, wohl auch Schieferthone, Mergelschiefer und dichte Kalksteine, welche solchen Metamorphosen unterlagen; Metamorphosen, die wesentlich in einer inneren Umkrystallisirung bestanden, durch welche diese, ursprünglich kryptokrystallinischen oder auch pelitischen Gesteine theils eine Steigerung der bereits vorhandenen, theils eine Entwickelung der früher noch gar nicht vorhandenen krystallinischen Structur erhalten haben. Daher erscheinen denn diese Gesteine gegenwärtig mit solchen Eigenschaften, welche ihnen allen eine grosse Aehnlichkeit mit den krystallinischen Gesteinen der primitiven Formation verleihen, obwohl sie, mit Ausnahme der metamorphosirten Glimmerschiefer und alten Thonschiefer, grossentheils weit neueren Formationen angehören.

Als die eigentliche Ursache dieser Metamorphosen lassen sich nun in den meisten Fällen grössere Ablagerungen von plutonischen oder eruptiven Gesteinen, und zwar besonders von Graniten, Syeniten und anderen, ihrer pyrogenen Entstehung nach etwas zweifelhaften Gesteinen mit solcher Evidenz erkennen, dass die Existenz eines solchen Causalzusammenhanges als vollkommen erwiesen gelten muss, wenn uns auch die Modalität desselben, d. h. die Qualität der dabei wirksam gewesenen Processe, oder der eigentlich Statt gefundene *modus operandi* der Natur bis jetzt noch mehr oder weniger räthselhaft geblieben ist. Denn durch die blose Anerkennung einer inneren Umkrystallisirung, zu welcher uns freilich der Augenschein nöthigt, wird uns noch keine Erkenntniss des inneren Herganges dieser merkwürdigen Natur-Operation geboten. Wir wissen nur, dass eine solche, theils hylologische theils histologische Umwandlung Statt gefunden hat, ohne zu einer bestimmten Einsicht darüber gelangt zu sein, wie sie wohl eigentlich Statt gefunden habe.

Im Contacte und in der Umgebung grösserer Granitablagerungen sind also oftmals die Glimmerschiefer in gneissartige Gesteine, die Thonschiefer in Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, in fein- und grobschuppige Glimmerschiefer und in Cornubianit, die feineren Grauwackenschiefer und Schieferthone zum Theil in ähnliche Gesteine oder in Hornfels (I, 792), die Mergelschiefer in Kalkthonschiefer und Kalkglimmerschiefer, die dichten Kalksteine in körnige Kalksteine umgewandelt, und dabei nicht selten mancherlei krystallinische Mineralien, als neue accessorische Bestandtheile, gebildet worden. Diess sind lauter unläugbare Thatsachen. Aber vollkommen erklärt ist fast noch keine einzige dieser Thatsachen. — Ihre Erklärung bildet daher ein Problem für die zukünftige Forschung, und wird vorzugsweise mit Hilfe der

Chemie zu erlangen sein, wenn solche, unter beständiger Berücksichtigung der von der Chthonographie und Geophysik constatirten Verhältnisse und Gesetze, genaue Analysen über vollständige Reihen von Umwandlungsgesteinen ausgeführt haben wird.

So wie wir die Umwandlungs-Pseudomorphosen der Mineralien unterscheiden, je nachdem sie mit oder ohne Verlust von ursprünglich vorhandenen, mit oder ohne Aufnahme von neu hinzugetretenen Stoffen erfolgt sind, so werden auch die metamorphischen Gesteine durch Bausch- und Bogen-Analysen besonders darauf geprüft werden müssen, ob die verschiedenen Glieder einer und derselben Umwandlungsreihe entweder einen Verlust, oder eine Aufnahme von Stoffen, oder auch keines von beiden erkennen lassen. Diess scheint uns der nächste Schritt zu sein, durch welchen die Chemie eine Erklärung jener räthselhaften Metamorphosen anzubahnen vermag, nachdem der erste Schritt durch G. Bischofs umfassende und gründliche Untersuchungen über die in den Pseudomorphosen wirksam gewesenen Zersetzungs- und Bildungsprocesse gethan worden ist.

Wenn nun aber auch solche Umwandlungen sedimentärer Schiefer zu Glimmerschiefer, Gneiss und anderen krystallinischen Silicatgesteinen als vollkommen erwiesen gelten müssen, so dürfen wir doch die von Fournet, Cotta u. A. gemachte Bemerkung nicht ganz übersehen, dass dergleichen metamorphische Gneisse und Glimmerschiefer doch gar häufig eine etwas eigenthümliche Gesteinsbeschaffenheit besitzen, durch welche sie sich von den gleichnamigen primitiven Gesteinen mehr oder weniger unterscheiden. Diese Bemerkung scheint sich namentlich für viele Glimmerschiefer zu bestätigen, welche durch eine Umbildung des Thonschiefers entstanden sind.

Da übrigens die wichtigsten der hierher gehörigen Erscheinungen des Metamorphismus bereits in der Allöosologie der Gesteine (I, 781—795) im Allgemeinen besprochen worden sind, und da es zweckmässiger sein dürfte, die besonderen Modalitäten derselben bei der Betrachtung derjenigen eruptiven Bildungen zur Sprache zu bringen, in deren Nachbarschaft und Umgebung sie gewöhnlich vorzukommen pflegen, so mag an gegenwärtigem Orte diese allgemeine Hinweisung auf dergleichen metamorphische Gesteine genügen. Doch müssen wir, zur Vermeidung späterer Wiederholungen, noch ein paar Bemerkungen über die Richtung, den Umfang und die Epoche des Metamorphismus einschalten.

Die Richtung, in welcher der Metamorphismus vorgeschritten ist, dürfte im Allgemeinen normal auf die grösseren Gränz- oder Contactflächen des metamorphosirenden Gesteines anzunehmen sein. Die Uebergänge aus dem metamorphischen Gesteine in das noch unveränderte, d. h. in das mit den gewöhnlichen und allgemeinen Eigenschaften seiner Art erscheinende Gestein lassen sich daher ent-

weder von Schicht zu Schicht, oder auch im Streichen der Schichten verfolgen, je nachdem die zunächst liegende Gränze des eruptiven Gesteines der Streichungslinie der Schichten parallel ist, oder solche unter grösseren Winkeln durchschneidet. Da sich nun verschiedene Tracte der Gränze in dieser Hinsicht verschieden verhalten können, so wird man auch oft in den Umgebungen einer und derselben Granitablagerung die Schiefer hier in der Richtung des Streichens, dort in einer darauf rechtwinkeligen Richtung verändert finden; das erstere Verhältniss hat die auffallende Erscheinung zur Folge, dass es dieselben Schichten sind, welche in ihrem Verlaufe alle mögliche Abstufungen der Umwandlung erkennen lassen.

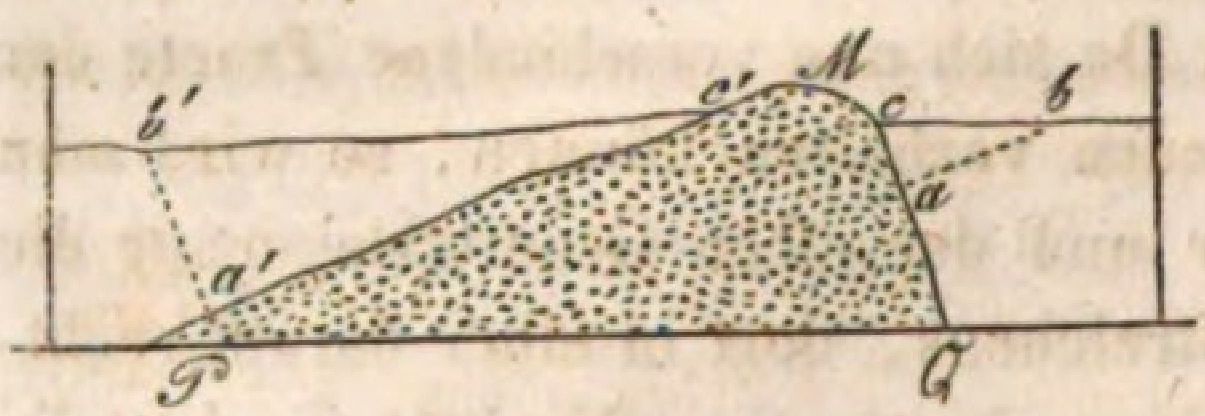
Besonders lehrreich in dieser Hinsicht sind die Verhältnisse des Thonschiefers in der Umgebung der beiden Granitpartieen von Kirchberg und Lauterbach in Sachsen, welche die Schiefer sehr auffallend metamorphosirt haben, so dass solche zuletzt oft einen äusserst krystallinischen und schwer zersprengbaren Cornubianit darstellen.

Was den Umfang oder den Spielraum des Metamorphismus betrifft, so lässt sich zwar annehmen, dass solcher einigermaassen der Grösse der metamorphosirenden Gesteinsablagerung proportional sei (I, 783 f.); dennoch aber scheint es gewisse Gränzen zu geben, welche selbst bei sehr grossen Ablagerungen nicht so leicht überschritten werden. Man kann ungefähr annehmen, dass die Entfernung einer viertel Meile von der Gränzfläche als das gewöhnliche Maximum des Abstandes zu betrachten ist, bis auf welchen sich unter günstigen Umständen die metamorphische Einwirkung zu erkennen giebt. Nur darf man es niemals vergessen, dass die Energie dieser Einwirkung abhängig von mancherlei Umständen, dass die Empfänglichkeit dafür eine sehr verschiedene gewesen sein mag*), und dass auch viele äussere Ursachen bald hemmend bald fördernd eingewirkt haben mögen. Daher ist es auch erklärlich, warum sich die Metamorphose an verschiedenen Gränzpuncten einer und derselben eruptiven Gesteinsmasse sowohl intensiv als extensiv in sehr verschiedenen Graden kund geben kann, und warum bisweilen sogar grössere Gesteinsmassen stellenweise so gut wie gar keine Wirkung ausgeübt haben.

Noch verdient es bemerkt zu werden, dass die Horizontalprojection der Wirkungssphäre des Metamorphismus, wie solche an der Gebirgsoberfläche und in den geognostischen Charten hervortritt, von der Lage der

*) Merkwürdig ist es z. B. dass der Gneiss häufig gar keine Veränderung erkennen lässt, selbst da, wo er dem Einflusse sehr grosser Granitmassen ausgesetzt war.

Gränzflächen des metamorphosirenden Gesteins abhängig ist, und dass sich daher bei gewissen Verhältnissen dieser Lage ein ungewöhnlich grosser Abstand der metamorphischen Einwirkung herausstellen kann. Ist z. B.



PMQ der senkrechte Durchschnitt einer eruptiven Gesteinsablagerung, deren eine Gränzfläche *MP* sehr flach geneigt ist, während die andere Gränzfläche *MQ* sehr steil in die Tiefe fällt, und ist $ab = a'b'$ die Grösse des Abstandes, bis auf welchen sich die metamorphische Einwirkung erstreckte, so wird natürlich der Effect derselben an der Erdoberfläche einerseits in dem kleineren Abstande *bc*, anderseits in dem weit grösseren Abstande *b'c'* hervortreten müssen.

Die Epoche des Metamorphismus, d. h. die Zeit seines Eintretens, wird durch die Eruptionsepoche des metamorphosirenden Gesteins bestimmt. Wenn also dergleichen Gesteine in sehr verschiedenen Perioden zur Eruption gelangten, so werden wir auch erwarten können, dass die Gesteine sehr verschiedener Formationen einer Umbildung unterworfen gewesen sind.

Es haben daher nicht nur die primitiven Schiefer und die schiefrigen oder kalkigen Gesteine der primären Formationen, sondern auch bisweilen die Gesteine noch jüngerer Formationen eine mehr oder weniger auffallende Metamorphose und Umkrystallisirung erlitten. Besonders in den Alpen und Pyrenäen, in Oberitalien und auf der Insel Elba sind sehr merkwürdige Erscheinungen dieser Art zu beobachten, obwohl manche der betreffenden Angaben (z. B. über die Umwandlung des Macigno in Gneiss und Glimmerschiefer) eine weitere Bestätigung wünschen lassen.

Um nicht später abermals auf den Gneiss zurückkommen zu müssen, so nehmen wir von dieser Erwähnung der in den Alpen vorliegenden Erscheinungen Gelegenheit, gewisser metamorphischer Einwirkungen zu gedenken, welche nicht sowohl auf Granit, als vielmehr auf Protogin, Gneiss, und überhaupt auf gneissartige Gesteine zu beziehen sein dürften. Zwar betrachten viele Geologen diese gneissartigen Gesteine der Alpen insgesammt schon selbst als metamorphische Sedimentschichten, und es kann uns, die wir die Alpen nur auf einer sehr flüchtigen Wanderung kennen gelernt haben, nicht einfallen, den Folgerungen eines Elie-de-Beaumont, eines Studer, eines Escher, und so vieler anderer berühmten Geologen etwas Anderes, als bescheidene Zweifel entgegen zu setzen. Allein so viel ist gewiss, dass sich im Contacte und mitten zwischen diesen gneissartigen Gesteinen der Alpen entschieden metamorphische Gesteine vorfinden, welche gegenwärtig als Glimmerschiefer oder Kalkglimmerschiefer erscheinen, während sie durch die in ihnen

enthaltenen organischen Ueberreste ganz unzweifelhaft als ursprünglich sedimentäre, wahrscheinlich der Liasformation angehörige Gesteine charakterisirt sind.

Die erste hierher gehörige Beobachtung wurde bereits im Jahre 1814 von Charpentier und Lardy, diesen ausgezeichneten Alpinischen Geologen, gemacht. Sie entdeckten nämlich auf dem Nufenen-Passe, zwischen dem oberen Wallis und Tessin, einen dunkelgrauen, bisweilen mit Granat, noch öfter mit Couzeranit erfüllten sehr kalkreichen Glimmerschiefer, welcher mehr oder weniger deutliche, aus weissem feinkörnigem Kalkstein bestehende Belemniten umschliesst*). Dieser Kalkglimmerschiefer steht auf der Höhe des Passes in steilen Schichten an, welche unmittelbar an einen körnigschuppigen hellfarbigen Gneiss angränzen, der abwärts gegen Wallis im Eginenthale in einen grossflaserigen, durch zoll- bis fingerlange, hellgraue Feldspathkrystalle porphyrartigen Gneiss übergeht. Am Wege selbst sieht man den Glimmerschiefer nur selten auf längere Distanz in fortlaufenden Schichten anstehen, sondern gewöhnlich in zahllosen, wild über einander gestürzten Blöcken auf dem Gneisse liegen; viele dieser Blöcke sind in Folge der Verwitterung zu einem Haufen kleiner Schiefersplitter zerfallen. — Später sind auch dergleichen Belemniten von Escher im Glimmerschiefer der Furca, und von Studer am Berge Lukmanier in einem granatenführenden Glimmerschiefer gefunden worden.

Wenn wir bedenken, dass die colossalen Gneiss- und Protoginstöcke der Alpen in ihrem Innern nicht selten eine ganz granitartige Structur besitzen, während sie nach aussen in Glimmerschiefer, Talkschiefer und andere schieferige Silicatgesteine übergehen, wie die übereinstimmenden Beobachtungen von Brochant, Elie-de-Beaumont, Scipion Gras, Studer und Sismonda gelehrt haben, so finden wir, nur in einem weit grösseren Maassstabe, ein ganz ähnliches Verhältniss, wie es in kleinerem Maassstabe z. B. von Credner an den Granitstöcken des Schwarzathales (S. 62) beobachtet worden ist. Diese Analogie mit unzweifelhaften eruptiven Gesteinen verdient wohl nicht ganz ausser Acht gelassen zu werden.

Dritter Abschnitt.

Granitische Eruptiv-Formationen.

§. 294. *Einleitung.*

Da wir die Betrachtung der eruptiven Bildungen so weit als thunlich zwischen die der übrigen Formationen einzuschalten gedenken, so dürfte es zweckmässig sein, die granitischen Eruptivbildungen un-

*) Die erste mir bekannte Mittheilung über diese höchst wichtige und folgenreiche Entdeckung von Charpentier und Lardy steht in einem Briefe an v. Leonhard, im Taschenbuche für Mineralogie, 1816, S. 308. Sie ist später vielfach

mittelbar auf die bisher betrachteten Formationen folgen zu lassen, weil sie insbesondere mit den Gneissformationen so nahe verwandt sind, dass man bisweilen zweifelhaft darüber werden kann, ob sie nicht mit selbigen zu vereinigen sein möchten.

Wir fassen diese Bildungen unter dem Namen granitische Formationen zusammen, weil der Granit als ihr eigentlicher Repräsentant anzusehen ist, und weil auch ihre nicht als Granit erscheinenden Gebirgsglieder entweder durch petrographische Uebergänge und beständige Association, oder durch ihre mineralische Zusammensetzung mit dem Granite auf das Innigste verbunden sind.

Die frühere Ansicht, dass der Granit das alleränlteste Gestein der uns bekannten Erdkruste sei, und dass ihm daher vorzugsweise der Name eines Urgesteins gebühre, ist durch spätere, fast in allen Gegenden der Erde ausgeführte Untersuchungen widerlegt worden; sie gilt nur noch für einen sehr kleinen Theil der granitischen Gesteine; nämlich für diejenigen Granite, welche der primitiven Gneissformation angehören, und daher bereits oben, S. 83 f., zur Erwähnung gekommen sind. Die meisten und bedeutendsten Granit-Ablagerungen aber sind eruptive Bildungen, sind jünger als die Uebergangsformationen, ja, manche derselben fallen in noch weit spätere Perioden. Daher kann man auch nicht blos von einer, sondern man muss von mehren Formationen des Granites sprechen, obwohl alle diese, der Zeit nach verschiedenen Granitbildungen in ihren petrographischen und geotektonischen Eigenschaften dermaassen übereinstimmen, dass sich viele ihrer Verhältnisse gemeinschaftlich in Betrachtung ziehen lassen.

Schon Heim erklärte die zu seiner Zeit noch fast allgemein geltende Ansicht für abenteuerlich, dass der Granit uranfänglich und das Tiefste der Erde sei. „Ich weiss nicht,“ fährt er fort, „wie der Granit eigentlich zu dem hohen Ansehen von Alter gelangt ist, welches ihm eingeräumt wird“; weiterhin nennt er den Gneiss und Glimmerschiefer die ebenbürtigen Brüder des Granites, und endlich sagt er: „mit diesen Anmerkungen will ich den uralten Granit nicht necken (wie sich ein mineralogischer Schriftsteller auszudrücken beliebt) und ihm etwas von seinem wohlhergebrachten Ansehen entziehen.“ (Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, 1, 1798, S. 354 f) Der grosse Göthe fand scherzhafter Weise ein Majestätsverbrechen darin, dass man dem Granite sein Vorrecht der Erstgeburt streitig machen wolle, wie jene oft citirten Verse lehren:

bestätigt worden, und wer nur den Nufenenpass überschritten hat, dem werden auf der Seite nach Tessin zu die weissen Belemniten in dem schwärzlichgrauen glänzenden Schiefer aufgefallen sein.

Wie man die Könige verletzt,
Wird der Granit auch abgesetzt,
Und Gneiss, der Sohn, wird zum Papa;
Auch dessen Untergang ist nah, u. s. w.

Gegenwärtig ist die Dethronisirung des Granites, ohne irgend eine Hoffnung auf Restauration, als eine vollendete Thatsache zu betrachten.

Ausser den verschiedenen Granitformationen, mit welchen auch die Syenite zu vereinigen sind, ist noch besonders die Granulitformation als eine zu der Gruppe der granitischen Eruptiv-Formationen gehörige Bildung zu betrachten. Sie zeigt in allen ihren Verhältnissen sehr grosse Analogieen mit dem Gneisse; auch haben wir gesehen (S. 85), dass schon im Gebiete der primitiven Gneissformation Granulitablagerungen vorkommen, welche als innig mit ihr verbundene untergeordnete Gebirgsglieder gelten müssen. Dagegen lassen andere Granulitablagerungen so unzweideutige Beweise einer eruptiven Entstehung erkennen, dass sie als selbständige Bildungen von jenen primitiven Granuliten zu trennen sind.

Da nun aber auch diese Granulitbildungen in vieler Hinsicht den primitiven Formationen weit ähnlicher sind, als die Granite, so lassen wir ihre Betrachtung füglich vorausgehen.

Erstes Kapitel.

Eruptive Granulitformationen.

§. 295. *Ausdehnung, Reliefformen und Höhen der Sächsischen Granulitformation.*

Grössere Ablagerungen von eruptivem Granulit gehören nicht gerade zu den sehr häufigen Erscheinungen, und wurden wohl mit einiger Sicherheit bis jetzt nur in Sachsen und in den Vogesen nachgewiesen. Da nun die in Sachsen auftretende Granulitbildung diejenige sein dürfte, welche nach allen ihren Verhältnissen am genauesten erforscht und eben dadurch als eine eruptive Bildung erkannt worden ist, so werden wir uns zuvörderst mit ihr etwas ausführlicher beschäftigen*), und dann die Betrachtung der ganzen Formation mit einigen Bemerkungen über ähnliche Granulitbildungen beschliessen.

*) Die Verhältnisse der Sächsischen Granulitformation sind ausführlicher geschildert in der Geognost. Beschreib. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft I, 1—49, und Heft II, 1—57, woher auch das Folgende wesentlich entlehnt wurde.

Die Sächsische Granulitformation bildet, wie schon von Weiss und Pusch bemerkt wurde*), ein beträchtliches Vorgebirge des Erzgebirges, oder vielmehr ein, demselben vorliegendes, zwar kleineres, aber völlig selbständiges Gebirge, welches füglich das Sächsische Mittelgebirge genannt werden könnte, obwohl es gegenwärtig von zwei Hauptthälern durchschnitten wird.

Es hat seine grösste Länge von 6 geogr. Meilen in der Linie von Döbeln nach Hohenstein, seine grösste Breite von 2½ Meilen in der Linie von Sachsenburg nach Rochlitz. Diese Dimensionen beziehen sich jedoch nur auf das eigentliche Granulitgebiet; denn wenn man das Gebirge in seiner Totalität, als einen, von einer mächtigen Schieferbildung umhüllten Granulitkern betrachtet, so muss man seine Länge von Leuben bis Glauchau, also gegen 2 Meilen grösser annehmen, und auch seine Breite nach NW. hin fast um eine Meile vergrössern. Uebrigens treten noch an der Südseite des Gebirges, mitten im Glimmerschiefer, bei Tirschheim, zwei gänzlich isolirte Granulitpartieen auf, deren Verhältnisse um so interessanter sind, als sie mit gangartigen Gebirgsgliedern von Serpentin und eisenschüssigem Quarzgesteine verbunden sind.

Der allgemeine Umriss des Granulitgebietes selbst lässt sich zwar unter dem Schema einer, von SW. nach NO. langgestreckten Ellipse vorstellen; allein die Contoure dieser Ellipse verlaufen keineswegs stetig, sondern lassen mancherlei Sprünge und Discontinuitäten erkennen, indem bald der Granulit mit keilförmigen Vorsprüngen in das Schiefergebirge hinausgreift, bald das Schiefergebirge mit halbinselartigen Ausläufern in das Granulitgebiet eindringt.

Zu den auffallendsten Erscheinungen dieser Art gehören an der nordwestlichen Gränze die (in Gneiss umgewandelte) über ¾ Meilen lange Schieferhalbinsel bei Luntzenau, an der südöstlichen Gränze die ½ Meile lange Schönborner Schieferhalbinsel unweit Mittweida, und an der südlichen Gränze die fast 2 Meilen lange, aus Glimmerschiefer und Gneiss bestehende Halbinsel, welche sich von Limbach aus über Hartmannsdorf und Taura bis nach Markersdorf erstreckt. Von keilförmigen Vorsprüngen des Granulites aber sind besonders in der südlichen Hälfte die bei Thierbach, Hermsdorf, Langenberg und Wittchensdorf zu erwähnen, von welchen namentlich der letztere geradezu als ein mächtiger Granulitgang erscheint.

Was die Oberflächengestalt oder die Reliefformen dieses

*) Weiss in Neue Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin, Bd. IV, S. 350; v. Raumer, Geognostische Fragmente, 1811, S. 70, und Pusch in seiner Beschreibung des Weisssteingebirges, in Auswahl aus den Schriften der Gesellschaft für Min. zu Dresden, III, 1826, S. 39.

Granulitgebirges betrifft, so bildet dasselbe im Allgemeinen eine mehr oder weniger undulirte Gebirgsfläche, ohne hoch aufragende Kuppen, oder scharf hervortretende Kämme, in welcher nur secundär durch die Thalbildung schroffere Terrainformen hervorgerufen wurden. Diess ist besonders in den grösseren Thälern, so wie in den unteren Theilen mancher kleineren Thäler der Fall.

So entwickeln die Thäler der Chemnitz, der Zschopau, der Striegis, der östlichen und westlichen Mulde da, wo sie den Granulit und die ihm untergeordneten Gebirgsglieder durchschneiden, einen Reichthum von schönen Fels- und Bergformen, eine Manchfaltigkeit von malerischen Naturscenen, welche zum Theil weniger bekannt und besucht sind, als sie es wohl verdienen. — Nur im südwestlichen Districte sind die Reliefformen auch auf der Höhe etwas manchfaltiger, indem sich dort einige Granulitberge, wie z. B. der Rusdorfer Berg, der Hochbusch bei Kaufungen, der Windberg bei Mühlau und die Hartmannsdorfer Höhe ziemlich auffallend über ihre nächsten Umgebungen erheben. Der Gneiss des Taurasteins endlich ragt als schroffer Felsenkamm aus dem Granulite hervor.

Seine grösste Erhebung erreicht das Sächsische Granulitgebirge im südwestlichen Theile, wo die nördlich vor Rusdorf liegende Kuppe zu 1185, und die, zwischen Limbach und Hartmannsdorf gelegene Zimmerskuppe zu 1181 Par. Fuss Höhe aufsteigt; auch giebt es noch viele andere Kuppen, welche zwischen 1000 und 1100 Fuss Höhe erreichen. Eine allgemeine Uebersicht der hypsometrischen Verhältnisse lehrt übrigens, dass die höchste Massen-Erhebung des Granulites nicht in der mittleren Längenaxe des ganzen Gebietes, sondern seitwärts, nahe an der südöstlichen Gränze desselben Statt findet.

Ein sehr merkwürdiger und in geologischer Hinsicht besonders beachtenswerther Umstand ist es jedoch, dass nicht der Granulit, sondern der ihn mantelförmig umgebende Glimmerschiefer die höchsten Berge des ganzen Gebirges bildet, indem sich dieser Schiefer, wie ein mehr oder weniger unterbrochener Wall, rings um das Granulitgebiet herumzieht.

Wer auf der Gebirgsstrasse über Waldheim von Dresden nach Leipzig reist, der überschreitet diesen Wall an zwei Puncten; zwischen Nieder-Marbach und Etzdorf, so wie zwischen Hartha und Obergersdorf, und Niemand hat wohl die letztere Höhe erstiegen, ohne sich der schönen Aussicht hinab in das Granulitgebiet zu erfreuen, welches sich wie ein weiter flacher Gebirgskessel zu den Füssen ausbreitet. Wenn auch dieses höhere Aufragen des Glimmerschiefers im nordöstlichen und mittleren Theile gewöhnlich nur 50 bis 150 Fuss beträgt, so steigert es sich dagegen im südwestlichen Theile bis zu 200 und 300 Fuss; zumal an der südlichen Gränze, längs der Strecke von Röhrsdorf bis Callenberg wird die Erscheinung am allerdeutlichsten, und wenn man sich dort auf den Granulithöhen im Innern des Circus befindet, da ist der

Kranz von Schieferbergen sehr auffallend, deren Gipfel hoch über das Granulitland emporragen. Dasselbe Resultat stellt sich heraus, wenn man die grössten absoluten Erhebungen beider Gesteine vergleicht. Während nämlich die höchsten Puncte des Granulitgebietes, die Zimmerskuppe bei Hartmannsdorf und der Rusdorfer Berg sich zu 1180 Fuss erheben, so erreicht der höchste Punct des Schieferwalls, die Langenberger Höhe bei Hohenstein, 1485 Fuss.

§. 296. *Gesteine der Sächsichen Granulitformation.*

Die Gesteine, welche die Sächsische Granulitformation zusammensetzen, sind zuvörderst Granulit, als das eigentlich herrschende Gestein, und ausserdem Granit, Gneiss, Serpentin, Gabbro, Eklogit und Hypersthenit, welche ungefähr in derselben Ordnung, wie sie hier genannt wurden, als mehr oder weniger wichtige untergeordnete Gesteine auftreten.

Granulit. Wegen der allgemeinen petrographischen Eigenschaften dieses Gesteins verweisen wir auf die im ersten Bande, S. 568 f. gegebene Beschreibung. In Betreff der Structur und Gesteinsformen ist noch zu erwähnen, dass der Granulit in allen mit Parallelstructur begabten Varietäten eine, dieser Structur vollkommen entsprechende lagenweise Zusammensetzung und Schichtung zeigt. Die dadurch bedingten, meist sehr ebenflächig und regelmässig ausgedehnten Felstafeln oder Schichten haben eine verschiedene, von wenigen Zollen bis zu einigen Fuss schwankende Mächtigkeit, und liefern im ersteren Falle sehr schöne und ebene Steinplatten. Doch sind auch die Schichten bisweilen gebogen, undulirt und gewunden. Die körnigen und die trappartigen (lauch- bis schwärzlichgrünen) Varietäten erscheinen mitunter so mächtig oder so undeutlich geschichtet, dass eine Bestimmung ihrer Schichtenlage nur schwierig zu erlangen ist.

Vorzüglich grosse und ebenflächige Granulitplatten finden sich unter anderen in den Steinbrüchen von Oberfrohna und bei Falken. Auffallend gewundene Schichten sieht man z. B. im Chemnitzthale, an den dem sogenannten Boden (einem weit vorspringenden Thalsporne) gegenüber liegenden Felsen, in der Thalbiegung unterhalb Niederfrohna, sowie im oberen Ende von Callenberg. Die seltsamsten Windungen lässt jedoch das Gestein in dem hochgelegenen Steinbruche am westlichen Ende der Tirschheimer Granulitpartie wahrnehmen, wo die Schichten in grosse, unregelmässig cylindrische Flächen gerollt und gefaltet sind, so dass man unwillkürlich an die Vorstellung einer ursprünglich zähflüssigen Masse erinnert wird, welche sich im Zustande wälzender und wogender Bewegung befand.

Eine regellose, scharfkantige Zerklüftung ist dem Granulite in allen, besonders aber in den körnigen Varietäten eigen; sie bedingt, zugleich

mit der Schichtung, das zackige, klippige und zerstückelte Ansehen der Granulitfelsen, wodurch sich dieselben schon in der Ferne von den mehr grossartig zerklüfteten Felsen des Granites, und den wollsackähnlichen Felsen des cordierithaltigen Gneisses unterscheiden.

Granit. Es treten im Granulite zweierlei verschiedene Granite auf. Der eine erscheint nur in sehr kleinen Partieen, ist grob- und grosskörnig, oft reich an mancherlei accessorischen Gemengtheilen, und in seinen grossen Feldspath-Individuen nicht selten als Schriftgranit ausgebildet. Die in ihm einbrechenden Mineralien sind vorzüglich Turmalin, theils schwarz, theils roth oder anders gefärbt, Albit und Lithionglimmer; seltener Pinit, Physalit, Apatit und Amblygonit. Die meist sehr unregelmässigen Contoure und das stock-, klotz- und nesterartige Vorkommen dieses Granites machen die für ihn von Pusch aufgestellte Ansicht nicht unwahrscheinlich, dass er mit dem Granulite gleichzeitig gebildet worden sei.

Es ist offenbar dieselbe, auch innerhalb der gewöhnlichen Granite und des Gneisses so häufig auftretende Granitbildung, welche die Französischen Geologen unter dem Namen Pegmatit aufführen, und von welcher noch neuerlich Delesse, in den *Ann. des mines, 4. série, t. 16, p.* 97 ff. eine ausführliche Charakteristik gab.

Weit wichtiger, wenn auch für den Mineralogen weniger interessant, ist der in grösseren Massen vorkommende kleinkörnige Granit; eine vom eigentlichen Granulite sehr scharf gesonderte Bildung. Schon Mohs machte auf die merkwürdige Einförmigkeit des Habitus, auf die grosse Gleichmässigkeit des Kornes aufmerksam, wodurch sich dieser Granit auszeichnet. Viel fleischrother Feldspath, wenig grauer Quarz, und noch weniger schwarzer oder brauner Glimmer sind zu einem kleinkörnigen Gemenge verbunden, welches, ausser hier und da vorkommenden kleinen Granaten oder noch seltneren Schörlnestern, keine accessorischen Bestandtheile, und nur höchst selten eine Andeutung von Parallelstructur wahrnehmen lässt. Nie zeigt das Gestein eine eigentliche Schichtung, wohl aber die, durch Verwitterung und Exfoliation besonders deutlich hervortretende Zerklüftung in parallelepipedische Pfeiler und Bänke; sehr selten kugelige Gesteinsformen von undeutlich concentrischschaliger Absonderung. Gewöhnlich ist es der Verwitterung sehr unterworfen, und zerfällt leicht in Grus und Sand; doch bildet es an den Abhängen der grösseren Thäler, wie z. B. des Zschopau- und Chemnitzthales, sehr schroffe Felsen, und scheint auch stellenweise der Verwitterung besser zu widerstehen.

Dieser kleinkörnige Granit bildet zuvörderst einen sehr bedeutenden,

3 Meilen langen Zug, welcher sich fast in der Mitte des ganzen Granulitgebietes in einer der Längenausdehnung desselben beinahe parallelen Richtung von der Kirche in Rossau, über Mittweida, Röllingshain, Dietensdorf nach Burgstädt und weiterhin erstreckt, und seine grösste Breite in der Gegend von Mittweida erreicht. Ausserdem erscheint er in kleineren Ablagerungen bei Geringswalde, Waldheim, Ehrenberg, Kriebstein, Taura und an sehr vielen anderen Orten.

Ueber das Verhältniss dieses Granites zu dem Granulite lässt sich wohl mit Recht die Ansicht geltend machen, dass er, obwohl sehr nahe gleichzeitig mit dem Granulite, doch erst kurz nach der Ablagerung und Festwerdung desselben seine gegenwärtigen Räume eingenommen habe. Wenn man sieht, wie er sich stellenweise unter dem Granulite heraushebt oder an selbigem in steilen Flächen anlehnt, wie die Schichten des letzteren an ihm abstossen und von Graniladern durchzogen werden; wenn man da, wo der Granit noch überall vom Granulite bedeckt ist, aufwärts gerichtete Adern desselben und gewaltsame Störungen in der Lage der Granulitschichten beobachtet; da wird man sich eben so von der durchgreifenden oder untergreifenden Lagerung dieses Granites, wie von seiner späteren und eruptiven Entstehungsweise überzeugen.

Besonders lehrreiche Puncte für die so eben erwähnten Verhältnisse sind der Rossauer Kirchberg, das rechte Gehänge des Zschopauthales oberhalb Neudörfchen, bei der Liebenhainer Mühle und unterhalb Ringethal, der Thalgrund von der Walkmühle bei Mittweida aufwärts nach dem Brühlthore, das Thal von Kolkau, der Kühnsche Steinbruch in Burkersdorf, und andere mehr.

Aber die wichtigsten Aufschlüsse, die sichersten Nachweisungen über die eigentliche Natur dieses Granites liefern die an den grösseren Granitgängen wahrzunehmenden Erscheinungen. Dergleichen Gänge sind zumal in der Gegend von Waldheim, Kriebstein und Ehrenberg in so grosser Menge vorhanden, dass man es fast eine Niederlage von Granitgängen nennen möchte, was dort vorliegt. Alle diese Gänge durchschneiden die Schichten des Granulites, und enthalten oft scharfkantige Fragmente desselben in allen möglichen Lagen. Da sie nun eine vollkommene Uebereinstimmung ihres Gesteines mit dem Gesteine des grossen Mittweidaer Granitzuges zeigen, so ist wohl auch diesem eine gangartige Natur zuzuschreiben.

Schon Engelbrecht, Freiesleben und Pusch haben manche dieser Granitgänge beschrieben; später lenkte Fr. Hoffmann die Aufmerksamkeit auf sie, als „über Alles ausgezeichnete Erscheinungen dieser Art,“ welche er als unwiderlegliche Beweise für die eruptive Bildung des im zähflüssigen Zustande aufsteigenden Granites betrachtete. (Poggend. Ann. Bd. 16, 1829, S. 538 f. und Uebersicht der orogr. und geognost. Verhältnisse vom NW. Deutschland, II, S. 411 f.)

G n e i s s. Eine sehr merkwürdige Erscheinung im Gebiete der Sächsischen Granulitformation bilden die i n s u l a r i s c h e n Partieen von Gneiss, welche mitten in demselben auftreten, und durch ihre Form, ihre Masse und ihre Lagerungsverhältnisse die grösste Aufmerksamkeit erregen müssen *). Unmittelbar an sie schliessen sich andere, nach Form, Masse und Lagerung zwar ganz übereinstimmende, aber dadurch abweichende Gneisspartieen an, dass sie n i c h t insularisch, sondern p e n i n s u l a r i s c h auftreten, indem sie an ihrem e i n e n Ende mit dem, das Granulitgebirge umgebenden Glimmerschiefer in stetigem Zusammenhange stehen. Da uns diese letzteren Gebilde, in ihren so unverkennbaren Beziehungen zu dem Glimmerschiefer, den Schlüssel zur Deutung der ersteren an die Hand geben, so wird es zweckmässig sein, mit ihrer Betrachtung zu beginnen.

An der nordwestlichen Gränze zieht sich in nordsüdlicher Richtung, von Göhren über Luntzenau und Rochsburg, aus dem Gebiete des Glimmerschiefers eine Gesteinspartie halbinselartig in das Gebiet des Granulites hinein; ihre Contoure sind auffallend geradlinig und winkelig; ihr Gestein ist bei Göhren noch gewöhnlicher, grauer Glimmerschiefer, geht aber sehr bald in einen eigenthümlichen, dunkelfarbigen Gneiss über, welcher bei Luntzenau und Rochsburg vortrefflich zu beobachten ist. Dort zeigt das Muldenthal viele Felsen dieses fast schwarzen, grobflaserigen Gneisses, der sich durch die höchst krystallinische Beschaffenheit seiner, aus schwarzem Glimmer, weissem oder gelbem Feldspath und grauem Quarz bestehenden Masse, durch die häufige und sehr innige Beimengung von blauem Cordierit, durch den in Streifen, Flammen und Nestern ausgeschiedenen Feldspath und Quarz, so wie durch die confusen Windungen und Verdrehungen seiner Schichten auszeichnet. Der Gehalt an Cordierit ist besonders da recht auffallend, wo das Gestein reicher an Feldspath ist, und eine krystallinisch-grobkörnige, undeutlich flaserige Textur annimmt, während er bei sehr vorwaltendem Glimmer und flasrig-schiefriger Textur weniger deutlich hervortritt, auch wohl gänzlich fehlt, überhaupt aber mehr stellenweise, als in gleichmässiger Verbreitung aufzutreten scheint.

Ungeachtet der Windungen und Undulationen der Schichten lässt dieser Gneiss doch im Allgemeinen eine ziemlich bestimmte Schichtenlage erkennen, welche mit derjenigen des weiter hinaus folgenden Glimmerschiefers vollkommen übereinstimmt, wogegen der Granulit fast überall eine entschiedene Discordanz seiner Schichtenstellung zeigt.

Aus diesem Allen darf man wohl mit Recht schliessen, dass die Luntzenauer Gneisspartie als ein integrirender Theil des äusseren Glimmerschiefers zu betrachten ist, mit welchem sie eben sowohl durch allmäligen Gesteins-

*) Schon Engelbrecht bezeichnete sie als eine sehr interessante Erscheinung und beschrieb sie sehr richtig als Theile eines im Granulite einliegenden Stückes Gneissgebirge. Kurze Beschr. des Weisssteins, 1802.

übergang, wie durch stetig fortsetzende Schichtenstellung auf das Innigste verbunden ist. Und dennoch, welche auffallende Verschiedenheit offenbart dieser Fortsatz des Schiefergebirges, so in seiner Masse, wie in seinen Felsformen! Wer möchte bei dem, durch den pechschwarzen Glimmer, den reichlichen Feldspath- und Cordieritgehalt charakterisirten Gesteine, bei den stark undulirten, oft an die Formen einer heftig wallenden Flüssigkeit erinnernden Schichten, bei den plumpen, wollsackähnlichen Felsmassen des Cordieritgneisses noch an den äusseren Glimmerschiefer denken?

Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen sich an der etwas kleineren Schönborner Schieferhalbinsel im Zschopauthale, so wie an der grössten, von Limbach nach Markersdorf laufenden Halbinsel, welche beide dieselben Uebergänge aus dem äusseren Schiefer in den schwarzen, cordierithaltigen, stark undulirten Gneiss Schritt vor Schritt verfolgen und auf dieselbe Ueberzeugung gelangen lassen, dass man es hier mit einer metamorphischen Gneissbildung, mit einem Umwandlungsproducte des Glimmerschiefers zu thun habe.

Was nun die insularischen Gneisspartieen betrifft, so kann wohl die richtige Deutung derselben keinen Schwierigkeiten unterliegen, wenn man die vollkommene Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften mit denen der so eben betrachteten peninsularischen Massen berücksichtigt, von welchen sie sich lediglich durch den Mangel eines Zusammenhanges mit den äusseren Schiefern unterscheiden.

Die grösste Partie der Art findet sich im Chemnitzthale, zwischen Stein und Wilhelminenberg, also östlich von der Luntzenauer Halbinsel; ihre Contoure sind geradlinig und winkelig, und sie besteht grösstentheils aus einem höchst tortuosen, schwer zersprengbaren, oft cordieritreichem Gneisse. Kleinere Partieen von ähnlichen Umrissen kennt man bei der Mohsdorfer Mühle, bei Klein-Chursdorf, Hermsdorf, Uhlsdorf, und an anderen Puncten, wo sie theils im Granulite, theils im Granite eingesenkt sind. Am Hahneberg bei Erlau und am Galgenberg bei Mittweida sieht man nicht sowohl stetig ausgedehnte anstehende Felsen, als vielmehr grosse Blöcke von Gneiss, welche über und neben einander liegen, und zum Theil sehr reich an Feldspath und Cordierit, dabei ausserordentlich schwer zersprengbar sind. Diese Blöcke sind am Galgenberge dem Granite eingesenkt, wie man sehr deutlich im Fischerschen Steinbruche beobachten kann.

Fassen wir alle diese Erscheinungen zusammen, so ergiebt sich wohl mit der grössten Evidenz, dass alle diese peninsularischen und insularischen Gneisspartieen der Granulitformation nicht als regelmässige Einlagerungen von Gneiss, und eben so wenig als hervortauchende Gneisskuppen, sondern gleichsam als schwimmende, als suspendirte oder halb suspendirte und dabei völlig metamorphosirte Ueberreste des ehemals vom Granulite durchbrochenen Schiefergebirges zu betrachten sind. Diese Deutung wird dadurch nicht wenig unterstützt, dass auch der äussere Glimmerschiefer, unmittelbar an seiner Gränze gegen den Granulit ganz ähnliche Umwandlungen in Gneiss erlitten hat.

Serpentin. Dieses Gestein bildet zahlreiche untergeordnete Glie-

der der Sächsischen Granulitformation; nach Fallou sind schon 48 Serpentin-Ablagerungen bekannt, unter denen die bei Waldheim, Greifendorf, Gielsberg, Hartmannsdorf, Callenberg, und Reichenbach als die bedeutendsten genannt zu werden verdienen*).

Diese Serpentinstöcke zeigen fast durchgängig eine plattenförmige Absonderung, selten eine unregelmässig polyëdrische Zerklüftung; die meist 2 bis 4 Zoll dicken Platten sind aber rissig und klüftig, daher ohne Zusammenhalt. In der Regel sind die Stöcke dem Granulite gleichförmig eingelagert; sie führen häufig Trümer, Nester und Gänge von Chlorit; auch Gänge von Pyknotrop, und bisweilen Trümer von Chalcedon oder Opal. Die mächtigsten Gänge aber werden von einem groben lockeren Conglomerate gebildet, dessen faust- bis kopfgrosse, meist knollig erscheinende Stücke aus Granulit und Serpentin bestehen, und durch Chlorit verbunden sind. Uebrigens sind diese Serpentine oft reich an verschiedenen accessorischen Bestandtheilen und Bestandmassen.

Gabbro, oder doch ein, aus vorwaltendem Labrador und aus Pyroxen bestehendes, bald körniges, bald flasriges, bald schiefriges Gestein kommt theils in kleineren Ablagerungen mitten im Gebiete des Granulites (wie z. B. bei Meinsdorf und Callenberg), theils an der Gränze desselben, bei Rosswein, in einer grösseren Ablagerung vor.

Auffallend ist die Ausdehnung und Form dieser Rossweiner Gabbromasse; der Granulit bildet nämlich dort einen grossen, nach Osten vorspringenden Keil, welcher auf beiden Seiten durch den Gabbro vom Glimmerschiefer abgesondert wird; an der Spitze dieses Keiles ist der Gabbro am mächtigsten entwickelt, während sich seine Massen von dort aus in zwei grosse Keile trennen, welche den Granulitkeil umfassen.

Der Eklogit ist zwar an mehren Puncten (z. B. in der Gegend von Waldheim), aber allerwärts nur in sehr beschränkter Ausdehnung, der Hypersthenit bis jetzt nur an einem einzigen Puncte, bei der Höllmühle unweit Penig, bekannt, wo er gangförmig auftritt.

§. 297. *Architektur und allgemeine geologische Verhältnisse der Sächsischen Granulitformation.*

Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, ein einziges und durchgreifendes Gesetz für das ganze Granulitgebiet nachzuweisen. Jedoch lässt sich im Allgemeinen annehmen, dass nahe an der Gränze das Streichen

*) Eine sehr lehrreiche Abhandlung über die Serpentinstöcke unserer Granulitformation gab Fallou, in den Mittheilungen aus dem Osterlande, Bd. V, 1842, S. 219 ff. und eine treffliche Monographie des Waldheimer Serpentins Derselbe in Karstens und v. Dechens Archiv, XVI, S. 423, so wie des Greifendorfer Serpentinstockes Müller, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 257.

seiner Schichten dieser Gränze ungefähr parallel, das Fallen derselben aber auswärts gerichtet ist. Dagegen kommen aber auch sehr erhebliche Ausnahmen vor, indem stellenweise und strichweise das Streichen der äussersten Granulitschichten die Gränze unter mehr oder weniger grossen Winkeln durchschneidet. Diess muss zuvörderst an den meisten der oben erwähnten Vorsprünge und Keile der Fall sein, ist aber auch an vielen anderen Stellen nachgewiesen worden. Auch kommen nicht selten Fälle vor, wo der Granulit und die angränzenden Schiefer zwar gleiches Streichen, aber sehr verschiedenes, wenn auch gleichsinniges Fallen besitzen.

Besonders interessant ist die gar nicht seltene Erscheinung, dass sehr steile oder selbst verticale Granulitschichten unmittelbar an Glimmerschiefer angränzen, dessen Schichten nur etwa 20 bis 30° geneigt sind; so z. B. bei Ottendorf, Penig, im Ausgange des Kaufungener Thales, und anderwärts.

Die Ermittelung der inneren Architektur des Sächsischen Granulitgebirges würde ein sehr detaillirtes Studium auf einer guten Specialcharte erfordern. Während oft auf grosse Strecken ein und dasselbe Streichen und Fallen zu beobachten ist, so findet sich bisweilen innerhalb kleiner Räume ein solcher Wechsel der Schichtenstellung, dass jede Beobachtung der anderen zu widersprechen scheint. So viel lässt sich jedoch aus den bisher angestellten Beobachtungen entnehmen, dass die Hypothese eines concentrischen, in sich geschlossenen Schichtenbaues auf den inneren Theil des Granulitgebirges nicht anwendbar ist. Diess ist besonders im südwestlichen Districte sehr deutlich zu erkennen, wo im Allgemeinen eine sehr steile Schichtenstellung mit 70 bis 90° Fallen herrschend ist, und die Schichten zwar an der nordwestlichen und südöstlichen Gränze dieser selbst parallel streichen, gegen die südwestliche, jenseits dem Falkener Thale gelegene Gränze aber mit unveränderter Richtung fortsetzen.

An der Gränze des Granulitgebietes treten im Glimmerschiefer mancherlei Massen von Granit und Gneiss auf, welche theils unmittelbar mit dem Granulite zusammenhängen, theils durch Schiefer von ihm getrennt, jedenfalls aber als Dependenzen desselben zu betrachten sind. Sie zeigen grossentheils eine sehr bestimmte, und mit dem angränzenden Schiefergebirge übereinstimmende Schichtung.

Die bedeutenderen Vorkommnisse dieser Art sind das mächtige grobkörnige Granitlager von Wechselburg und Rochlitz, das Gneisslager von Döbeln, die Granitmasse zwischen Berbersdorf und Böhrigen, der Gneissstock von Geringswalda und das Granitlager von Penig.

Das den Granulit zunächst umgebende Gestein ist, wie bereits erwähnt wurde, Glimmerschiefer; meist ein grünlich- bis gelblichgrauer,

stark glänzender, sehr glimmerreicher und zuweilen granatführender Glimmerschiefer. Allein in der unmittelbaren Nähe des Granulites verändert er gewöhnlich seine Natur, indem er Linsen und Nester von Quarz und Feldspath entfaltet, während der Glimmer eine schwärzlichgraue bis eisenschwarze Farbe annimmt. Das Gestein erhält dadurch ein geflammtes Ansehen, eine grossflasrige Structur und eine gneissartige Beschaffenheit, welche oft durch eine sehr krystallinische Ausbildung des Glimmers noch auffallender wird.

Auch geht wohl der Schiefer in ein knorrig-flasriges und undeutlich krystallinisches Mittelgestein zwischen Glimmerschiefer und Gneiss mit grünlichgrauem Glimmer über, oder er nimmt, bei fast unveränderter Beschaffenheit, zahlreiche Lagen und Linsen von rothem, kleinkörnigem Granite auf; selten geht er in feinflasrigen Gneiss über.

Von den höchst auffallenden Metamorphosen, welche der Schiefer in denjenigen Theilen erfahren hat, welche sich aus seinem Gebiete halbinselartig in das Granulitgebiet erstrecken, ist schon oben die Rede gewesen. Man sieht, dass diese Metamorphosen denjenigen sehr ähnlich sind, welche den Glimmerschiefer auch an vielen Puncten seiner Gränze betroffen haben, dass aber hier die Extreme dieser Umbildung höchst selten erreicht wurden, daher in der Regel die Tortuositäten der Schichten, der Cordieritgehalt und die auffallende Gesteinsfestigkeit vermisst werden. Bei Nöbeln, östlich von Wechselburg, finden sich jedoch dicht an der Granulitgränze mehre Gneissfelsen, deren Masse den Gesteinen von Luntzenau ganz ähnlich ist.

Während also der Glimmerschiefer nach dem Granulite hin mehr oder weniger gneissartig wird, so zeigt er vom Granulite weg einen ganz allmäligen Uebergang in Thonschiefer. Die gewöhnliche Breite des eigentlichen Glimmerschiefergürtels um das Granulitgebiet beträgt daher nur etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ geogr. Meile. Die Schichtungsverhältnisse dieser Glimmerschieferzone entsprechen zwar grösstentheils dem Schema einer mantelförmigen Umlagerung, wie solche auch von allen früheren Beobachtern angenommen worden ist; an der südlichen Gränze lässt sich jedoch ein solches Verhältniss nicht mehr anerkennen. Denn in dem Raume von Ober-Rabenstein über Hohenstein bis nach Callenberg hat der Glimmerschiefer im Allgemeinen eine horizontale oder unbestimmt schwebende Lage; so auch auf der Langenberger Höhe, dem höchsten Berge des Schieferwalles. Desungeachtet aber ist die Lagerung dieses südlich vorliegenden Glimmerschiefers wohl insofern noch als eine Wirkung des Granulites zu betrachten, wiefern das hohe Niveau desselben und der auffallend steile Abfall, mit welchem er plötzlich am

Rande des Erzgebirgischen Bassins abbricht, den gewaltigen Kraftäusserungen zuzuschreiben sein dürften, welche mit der Ablagerung des Granulites verbunden waren.

Denn die sämmtlichen Erscheinungen, welche die Sächsische Granulitformation darbietet: ihr Auftreten innerhalb einer völlig geschlossenen Ellipse, ihre keilförmigen Vorsprünge an den Gränzen, ihre Umgebung durch einen höher aufragenden Wall des Schiefergebirges, die peninsularischen und insularischen Fetzen dieses Schiefergebirges, die höchst auffallenden Metamorphosen seiner Gesteine, die im Granulite auftretenden Granite, endlich die mineralische Zusammensetzung des Granulites selbst; alle diese Erscheinungen dürften nur in der Annahme einer eruptiven Entstehungsweise unsrer Granulitformation ihre genügende Erklärung finden.

Lange Zeiten hindurch mochte schon eine Anschwellung der äusseren Schieferkruste durch zwar unwiderstehliche, aber ganz allmälig wirkende Pressungen bewirkt worden sein, bis endlich eine Zerreissung der langgestreckten Schieferkuppel eintrat, worauf die Massen des Granulites hervortraten, die Ränder der obersten Schieferdecke noch weiter aufrichteten und seitwärts zurückdrängten, und alle die Thätigkeiten entwickelten, durch welche jene seltsamen Erscheinungen ausgebildet wurden, die wir noch gegenwärtig in mehr oder weniger verstümmelten Ueberresten beobachten. Und lange Zeit hindurch mochten die innersten Schichten und die colossalen Fragmente dieser Schieferdecke der chemischen Einwirkung des langsam erstarrenden Feldspathgesteins unterliegen, um jene Metamorphosen in Gneiss und Cordieritgestein zu erfahren, welche so unbezweifelt Statt gefunden haben.

Und so sehen wir uns denn durch die Resultate der neuesten Forschungen auf dieselbe Ansicht gedrängt, welche schon beinahe vor einem halben Jahrhundert von Weiss angedeutet wurde, indem er auf die Nothwendigkeit eines gewaltsamen Heraustretens des Granulites verwies; (Neue Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, IV, 1803, S. 357).

Die Bildungsepoche der Sächsischen Granulitformation dürfte aber entweder zwischen die Perioden der Devonischen Formation und der Steinkohlenformation oder schon mitten in die erstere Periode fallen, dafern nämlich die Steinkohlenbildung von Hainichen und Ebersdorf, deren Schichten sich mit sehr flacher Neigung an den äusseren Schieferwall anlehnen, als devonisch zu betrachten ist.

§. 298. *Granulitformation der Vogesen und des Lyonnais.*

Obwohl die Verhältnisse der Vogesischen Granulitbildung noch nicht ganz vollständig erforscht oder dargestellt worden zu sein scheinen, so ergiebt sich doch aus einigen bekannt gemachten Thatsachen, dass solche

auch dort wenigstens theilweise den Charakter einer eruptiven Bildung besitzt. Der dasige Granulit (oder Leptinit, wie ihn die Französischen Geologen nennen) soll einerseits mit Gneiss, anderseits mit Granit sehr innig verbunden sein, wie diess ja auch in Sachsen der Fall ist, wo viele glimmerreiche Varietäten des Granulites als feinflasrige Gneisse erscheinen, und der kleinkörnige gemeine Granit von Weiss und Mohs als körniger Granulit betrachtet wurde. Die schönen Arbeiten von Hogard*) werden hoffentlich zu einer genauen und vollständigen Uebersicht der dortigen Verhältnisse gelangen lassen.

Elie de Beaumont gab folgende allgemeine Bemerkungen über die in den Vogesen auftretende Leptinitbildung**).

Im Jahre 1809 machte Riesseissen zuerst auf das Vorkommen des Leptinites oder Granulites in den Vogesen aufmerksam; (Leonhards Taschenb. für Min. 1811, S. 379). Später erwähnten ihn v. Oeynhausen und v. Dechen (Geogn. Umrisse der Rheinländer 1835, I, 189), sowie Thirria. Er geht oft in Granit über; allein nicht alle Granite der Gegend zeigen einen solchen Uebergang, sondern, wie Rozet bemerkte, nur eine kleinkörnige, nicht porphyrartige Varietät, welche der Verf. gemeinen Granit nennen will, obgleich er in den Vogesen nicht gerade häufig ist. Dieser Granit bildet zugleich mit Gneiss und Leptinit eine besondere Zone, von Remiremont bis Fraize, eine complexe Formation, welche Hogard, Rozet und Puton als die Leptinitformation der Vogesen bezeichneten. Da jedoch der Leptinit nicht das vorwaltende Gestein ist, so führt Elie de Beaumont diese ganze Bildung als *bande du granite commun et du gneiss* auf.

Rozet hat nun zuerst das wahre Verhältniss zwischen diesem Granite und dem Leptinite nachgewiesen, welches in den ganz allmäligen Uebergängen beider Gesteine hervortritt***). Der Leptinit ist grau, röthlich, auch wohl blaulich oder grünlich; der sparsam in ihm auftretende Glimmer bildet entweder isolirte Schuppen, oder kleine körnige Partieen, oder auch Membranen; er fehlt aber auch oft gänzlich; dann erscheint der Leptinit als ein weisses, fast homogenes, oft mit vielen kleinen Granaten erfülltes Gestein; (so bei Ranfaing, Gérardmer, Sainte-Sabine, Sainte-Marie-aux-Mines).

Der Leptinit der Vogesen ist sehr verbreitet, in dem Raume zwischen Remiremont, Gérardmer, Bruyères, Docelles und Eloyes. Er zeigt dort alle möglichen Varietäten, oft in abwechselnden Schichten, und geht bei reichlichem Glimmergehalte in Gneiss über, obwohl er dem Granite enger verbunden ist.

*) *Carte, croquis et coupes géologiques des Vosges;* ein Werk, von welchem die Charte wohl noch nicht erschienen ist.

**) In der *Explication de la carte géol. de la France, I*, 1841, *p.* 305 f. und *p.* 331.

***) Früher will man auch in Sachsen dergleichen Uebergänge beobachtet haben. Der *granite commun* entspricht offenbar unserem Granit von Mittweida.

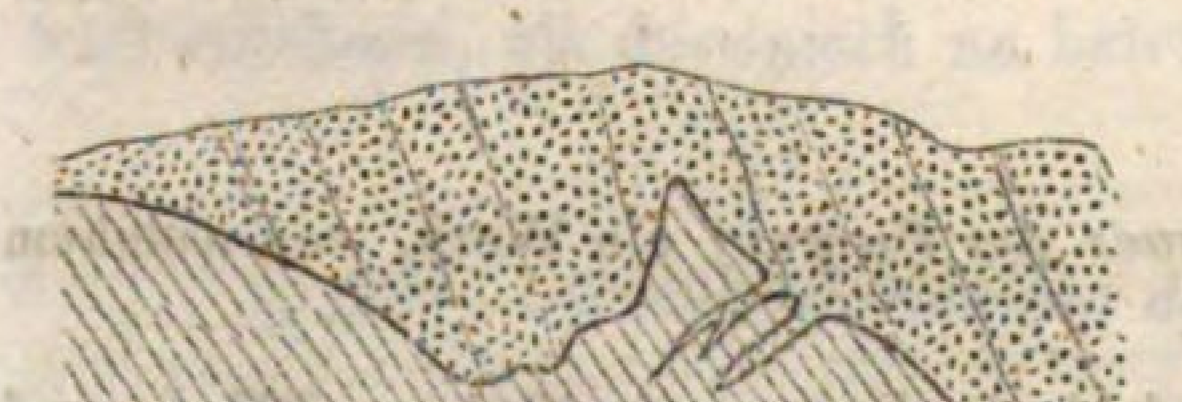
S. 330 führt der Verf. noch einige Thatsachen auf, welche beweisen, dass der gemeine Granit jünger ist, als der grobkörnige porphyrartige Granit der Vogesen, und gedenkt endlich der interessanten Erscheinung, dass bei Barr dieser letztere Granit von Gängen eines röthlichen, feinkörnigen, sehr festen Leptinites durchschnitten wird.

Diese letztere Beobachtung ist wichtig, weil sie uns den Leptinit als ein, in durchgreifender Lagerung ausgebildetes Gestein vorführt. Aehnliche Erscheinungen erwähnte schon früher Rozet in einer Notiz über den Leptinit der Vogesen (*Bull. de la soc. géol. IV*, 1834, 136) in welcher ausdrücklich bemerkt wird, dass derselbe bisweilen Fragmente von Gneiss umschliesst, und auch Gänge im Gneisse bildet.

An der Nordgränze der Granitformation, sagt er, bei Remiremont, und von da ostwärts bis la-Poutroie wird der Granit sehr feinkörnig und geht in Leptinit über, welcher bald eine sehr bedeutende Entwickelung gewinnt, weiter aufwärts Glimmer aufnimmt, und dadurch in Gneiss verläuft. An einigen Puncten mengt sich Amphibol in den Leptinit, und vermittelt einen Uebergang in schiefrigen Diorit. — In dieser Leptinitformation finden sich alle Serpentine der Vogesen, welche stellenweise als mächtige Gänge aus dem Leptinite hervortreten. — Der Gneiss liegt überall auf dem Leptinite, beide gehen allmälig in einander über; *mais comme le leptinite renferme des fragmens du gneiss et pousse des filons dans sa masse, il est évident, que sa consolidation est posterieure à celle de cette roche.*

Auch hat später Puton (*Bull. de la soc. géol. 2. série, IV*, 1847, 1395 ff.) einen Aufsatz über den Leptinit der Vogesen mitgetheilt, in welchem er zuvörderst die Gesteins-Varietäten beschreibt, dann die Ansicht aufstellt, dass der Leptinit und der Gneiss der ursprünglichen Erstarrungskruste der Erde angehören, jedoch zugleich bemerkt, dass sich der Leptinit auf Unkosten des Gneisses gebildet haben müsse, weil er bisweilen Fragmente desselben umschliesst.

Weiterhin erwähnt er, dass der Leptinit Gänge und Adern eines sehr grobkörnigen, oft turmalinhaltigen Granites umschliesst, dass er häufig dem gemeinen Granite aufliegt, welcher jedoch Keile in ihn hineintreibt, auch oft Gänge in ihm bildet, und dass sehr häufig Serpentine auftreten, welche jedoch keine Veränderungen hervorgebracht haben. In demselben Bande des Bülletins wird S. 1404 beistehendes Bild eines Contactpunctes



zwischen Granulit und aufliegendem Granit bei Vieilles-Huttes mitgetheilt, welcher letztere zwar etwas porphyrartig ist, desungeachtet aber von Puton nur als eine Varietät des gemeinen Granites betrachtet wird. Dieses Bild erinnert an ganz ähnliche Verhältnisse, wie solche im Gebiete der Sächsischen Granulitformation vorkommen. Auch bei Ranfaing hat der Granit den Leptinit gewaltsam durchbrochen, und eckige Bruchstücke desselben

in sich aufgenommen. Von dem gangartigen Vorkommen der Serpentine im Leptinite der Vogesen geben die, in Hogard's oben citirtem Werke auf Taf. 18 mitgetheilten Bilder eine Vorstellung.

Auch in anderen Gegenden Frankreichs kommen Erscheinungen vor, welche eine eruptive Entstehung des Granulites beweisen. Diess ist z. B. nach Rozet und Fournet in der Gegend von Lyon der Fall.

Am Wege von Condrieux nach Rive-de-Gier sowohl als nach Givors sieht man den Granit ganz allmälig in Leptinit, und diesen in Gneiss übergehen, welcher endlich im Thale des Gier in Glimmerschiefer verläuft. Desungeachtet aber greifen bei dem Weiler de Champagnes der Leptinit und Granit gangförmig in den Gneiss ein; ja, zwischen Condrieux und des-Hayes sah Rozet einen den Gneiss durchsetzenden Leptinitgang, welcher sich oben über dem Gneisse ausbreitet; (Rozet in *Mém. de la soc. géol. de France, IV, p.* 83). Fournet rechnet ebenfalls die Leptinite der Gegend von Lyon zu den eruptiven Bildungen. Er vereinigt einen Theil derselben als Granulite mit den feinkörnigen Graniten, und sagt, dass solche meist Gänge in den älteren Graniten bilden, und sehr häufig vorkommen. Die übrigen unterscheidet er als Weissteine, und als Leptinite, indem er jene als subkrystallinische, diese als ganz dichte Modificationen des Granites betrachtet, welche entweder schiefrig oder massig ausgebildet, und bisweilen blose Gränzgesteine des Granites seien, während sie anderwärts auch für sich in bedeutenden Ablagerungen auftreten. (*Bull. de la soc. géol.*, 2. *série, II, p.* 497 f.)

Endlich mag noch erwähnt werden, dass im Grünsteinschiefer von Gulfjeld (unweit Bergen in Norwegen) Gänge und Lagergänge eines sehr ausgezeichneten granulitartigen Gesteines unter ganz merkwürdigen Verhältnissen aufsetzen. (Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 146 f.)

Die in Oesterreich, bei Gloggnitz, Göttweih und Krems, in Mähren bei Namiest, in Baiern bei Aschaffenburg, in Schweden bei Hjulsjö in Westmanland, in Spanien in der Provinz Galicien, in Serbien und in der Türkei (nach *Boué, Esquisse géol. de la Turquie, p.* 4) vorkommenden Granulite scheinen theils der primitiven Gneissformation anzugehören, theils noch einer näheren Untersuchung ihrer Verhältnisse zu bedürfen, bevor man sich darüber aussprechen kann. Nach Gerhard findet sich auch in Schlesien an mehren Puncten Granulit; (Taschenb. f. Min. 1822, 547).

Zweites Capitel.

Granit- und Syenitformationen.

§. 299. *Einleitung.*

Obgleich es manche, der Zeit nach sehr verschiedene eruptive Granit- und Syenitbildungen giebt, so ist doch die mineralogische Unter-

suchung derselben noch nicht so weit gediehen, dass man mit Bestimmtheit zu sagen vermöchte, ob überhaupt, und welche wesentliche Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung derselben Statt finden mögen, was freilich bei eruptiven Gesteinen immer eine der ersten und wichtigsten Fragen bleibt; (S. 58). Auch sind die in verschiedenen Ländern auftretenden Granitformationen noch zu wenig mit einander verglichen worden, um über die Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit derselben in allen Fällen ein bestimmtes Urtheil fällen zu können, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass solches bereits in vielen Fällen gelungen ist. Wir müssen uns daher auch an gegenwärtigem Orte mit einer sehr allgemeinen Betrachtung dieser Formationen begnügen.

Die wichtigsten Gesteine, welche im Gebiete derselben zu unterscheiden sein dürften, sind Granit, Syenit, Greisen, Schörlquarzit, Miascit, Epidosit und Gneiss, oder gneissartige Gesteine. Unter diesen Gesteinen behaupten aber die beiden zuerst genannten, als die bei weitem vorherrschenden und oft alleinherrschenden, eine so vorzügliche Wichtigkeit, dass wir uns zunächst an sie zu halten haben, während die übrigen, als untergeordnete oder auch selten vorkommende Gesteine, nur beiläufig mit zu berücksichtigen sein werden.

Auch treten hier und da noch mancherlei andere untergeordnete Massen auf, welche wohl bisweilen als Lager aufgeführt worden sind, grösstentheils aber entweder als gangartige, und folglich der Granitformation gar nicht wesentlich angehörige Bildungen, oder auch als eigenthümliche fremdartige Einschlüsse zu deuten sein möchten, deren Betrachtung allerdings mit der des Granites zu vereinigen ist, weil ihr Vorkommen und ihre gegenwärtige Beschaffenheit mit der Existenz desselben in ursachlichem Zusammenhange steht.

§. 300. *Granit; allgemeine petrographische Verhältnisse.*

Obgleich schon im ersten Bande, S. 570 f. die wichtigsten petrographischen Verhältnisse der Granite besprochen worden sind, so dürfte doch an gegenwärtigem Orte noch Einiges über dieselben zu sagen sein. Der Granit ist wesentlich ein krystallinisch-körniges Gemeng aus Feldspath, Quarz und Glimmer, in welchem der Glimmer in der Regel als der untergeordnetste Bestandtheil auftritt, der als Orthoklas und Oligoklas ausgebildete Feldspath aber vorzuwalten pflegt.

Nur äusserst selten dürfte der Glimmer zum vorwaltenden Bestandtheil werden; Heim erwähnt z. B. einen sehr grobkörnigen Granit zwischen Herges und dem Thüringer Thale, in welchem am Spitzkopfe und

Seimberge der braune bis schwarze Glimmer dermaassen vorwalten soll, dass er stellenweise $^5/_6$ des ganzen Gesteins bildet; (Thür. Wald, II, 1, 94). Dagegen kommen nicht so gar selten Granite vor, die fast ganz frei von Glimmer sind; wie z. B. in Sachsen der Granit von Gottleube, und der feinkörnige Granit, welcher bei Meissen und Zehren so häufige Gänge in dem dortigen grobkörnigen Granite bildet. Man hat solche glimmerfreie Granite bisweilen Aplite, so wie überhaupt diejenigen Granite, denen einer oder der andere wesentliche Gemengtheil fehlt, Halbgranite oder auch Granitelle genannt.

Was die Natur des Glimmers anlangt, so haben noch neuerdings G. Rose und Delesse aufmerksam darauf gemacht, wie wichtig die genauere Bestimmung und Unterscheidung derselben ist, indem der Erstere zeigte, dass die von ihm als eigentlicher Granit aufgeführten Gesteine immer weissen und meist auch zugleich braunen Glimmer, die von ihm Granitit genannten Gesteine aber blos dunkelfarbigen Glimmer enthalten; während Delesse erkannte, dass die Pegmatite stets durch weissen, die Protogine dagegen stets durch dunkelgrünen Glimmer ausgezeichnet sind; (Rose in Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. I, 358 f., und Delesse, in *Bull. de la soc. géol. 2. série*, *VI*, 230, auch *Ann. des mines*, 4. *série, XVI*, 103). G. Rose bemerkte noch ausserdem, wie der dunkle und der helle Glimmer bisweilen (z. B. am Capellenberge bei Schönberg im Voigtlande) dergestalt regelmässig mit einander verwachsen sind, dass der weisse Glimmer den braunen wie ein Rahmen einfasst, während die Spaltungsflächen beider zusammenfallen. Uebrigens sind diese Glimmer-Individuen in der Regel tafelförmig oder lamellar, und nur selten säulenförmig ausgebildet.

Dass der Quarz nicht so gar häufig in auskrystallisirten Individuen, sondern gewöhnlich nur in eckigen Körnern, oder in kleinen körnigen Aggregaten auftritt, wurde bereits in der Petrographie bemerkt; wenn er in vollständigen Krystallen ausgebildet ist, so pflegen solche nur die gewöhnliche Pyramide *P* darzustellen. Er ist meist graulichweiss bis rauchgrau, selten blau, grün oder gelb, und noch seltener schön roth gefärbt, wie bei Jägerthal in den Vogesen.

Wie die Unterscheidung der Glimmer, so ist auch die der Feldspathe von grosser Wichtigkeit. Man glaubte wohl früher sehr allgemein, dass der triklinoëdrische oder klinoklastische Feldspath der Granite Albit sei, bis G. Rose zuerst im Jahre 1842 den im Granite von Warmbrunn enthaltenen derartigen Feldspath für Oligoklas erkannte, was auch später durch Rammelsbergs Analyse bestätigt worden ist; (Poggend. Ann. Bd. 56, S. 617). Nach den neueren Untersuchungen von Rose, Delesse und Durocher ist dieser Oligoklas ein so allgemein vorkommender Bestandtheil der Granite, dass er nur in wenigen Varietäten gänzlich vermisst wird. Ob jedoch der Albit als eigentlicher Gemengtheil gänzlich ausgeschlossen, und lediglich auf die Drusenbildungen beschränkt sei, diess scheint noch nicht so ganz ausgemacht zu sein; wie denn überhaupt Svanbergs Untersuchungen gelehrt haben, dass die Acten über die Natur der feldspathigen Gemengtheile der Granite noch keinesweges geschlossen sind. — Gewöhnlich unterscheiden sich die Oligoklaskrystalle des Granites

schon durch ihre gelblich-, grünlich- oder graulichweisse Farbe, durch ihren geringeren und mehr fettartigen Glanz, so wie durch ihre geringere Pelluciditüt von den anders gefärbten, stark glasglänzenden und durchscheinenden Orthoklaskrystallen; das sicherste Merkmal aber liefert die Zwillingsstreifung der basischen Spaltungsflächen. — Dass die grösseren, in den porphyrartigen Graniten eingewachsenen Feldspathkrystalle stets Orthoklas sind, diess wurde in der Petrographie (I, 572) erwähnt.

Ausser den daselbst aufgeführten accessorischen Gemengtheilen des Granites sind noch als ein paar nicht uninteressante Körper der Flussspath und das Mercur zu erwähnen. Flussspath findet sich z. B. nach Rengger bei Seckingen im Schwarzwalde, wo er Nester und Trümer bildet, eben so nach Freiesleben im Erzgebirge bei Wiesenbad, nach Keferstein im Ramberge am Harze, nach Boase an der Ostseite des St. Stephens-Beacon in Cornwall, wo der Granit häufig eingesprengten Flussspath enthält. Gediegenes Mercur kommt nach Alluaud eingesprengt im Granit vor bei Peyrat-le-Chateau im Dep. der haute Vienne. Der Graphit ist wohl jedenfalls eine häufigere Erscheinung im Gneisse, als im Granite; doch zeigen ihn die Granite der Pyrenäen an mehren Orten, theils als Vertreter des Glimmers, theils auch in Nestern oder kleinen Stöcken; wie z. B. im Thale de Suc, und besonders am Berge von Barbarisia in Aragonien. Ein interessantes Vorkommen erwähnt Jackson von Greenwood in Maine, wo ein den Gneiss durchsetzender Granitgang Graphit enthält, welcher selbst gangartig im Granite auftritt; (*Second Report on the Geol. of Maine,* 1838, *p.* 88). Sollte übrigens die S. 182 erwähnte Granitgneissbildung am Westfjord in Norwegen vielleicht richtiger als eine Granitformation zu betrachten sein, so würde sie mehre sehr ausgezeichnete Beispiele von Graphitlagern im Granite liefern.

Dass der Granit in der Regel eine ganz richtungslose Structur besitzt, diess folgt schon aus seiner Definition, und bildet das einzige petrographische Unterscheidungsmerkmal vom Gneisse. Ausnahmen von dieser Regel kommen nur insofern vor, wiefern manche Granit-Ablagerungen stellenweise, entweder gegen ihre Gränze, oder auch inmitten ihres Gebietes, eine parallele Anordnung ihrer Glimmerschuppen (bisweilen wohl auch der übrigen Bestandtheile) entfalten, wodurch sie eine gneissartige Beschaffenheit gewinnen, und eigentlich petrographisch aufhören, Granit zu sein; sie sind dann zu Gneissgranit oder Granitgneiss geworden. Auch bildet sich mitunter eine körnigstreifige oder gebänderte Structur aus, wenn die Glimmerschuppen, ohne gerade einen Parallelismus ihrer Lage zu zeigen, doch in einzelnen Zonen sehr angehäuft sind, welche mit anderen glimmerarmen Zonen abwechseln; oder auch, wenn granitische Lagen mit Lagen von Greisen oder Schörlquarzit abwechselnd verbunden sind. Endlich entfaltet sich auch in manchen Graniten stellenweise eine Streckung oder lineare Parallelstructur, indem die Glimmerschuppen zu langgestreckten Flocken angehäuft sind, deren Längs-

axen insgesammt parallel geordnet sind; (Südliches Ende des Tronitzer Granitzuges im Müglitzthale).

Solche Structuren sind es, welche Sedgwick unter dem Ausdrucke *grain* (Zug?) zusammenfasst, und deren Ursache er darin sucht, dass das ursprüngliche Material des Gesteins nach gewissen Richtungen hervorgebrochen sei, wobei sich denn mit Recht erwarten lasse, dass dieser *grain* ungefähr mit der Richtung des Durchbruches übereinstimmen müsse. Besonders auffallend werde die gestreifte oder gebänderte Structur des Granites, wenn er fortwährend mit Lagen von Schörlquarzit alternirt, wie diess z. B. bei St. Austell-Moor und noch auffallender bei Dartmoor der Fall ist, wo die abwechselnden Lagen beider Gesteine stellenweise so dünn sind, dass die Felswände feinstreifig erscheinen. (Vergl. Karstens und v. Dechens Archiv, X, S. 616 ff.)

Die Frage, ob der Granit geschichtet sei, oder nicht, ist in früheren Zeiten ein Gegenstand vielfacher und lebhafter Discussionen gewesen; was wohl vorzüglich darin seinen Grund haben mochte, weil man damals unter Schichten nur sedimentäre Bodensätze verstand, weshalb denn diese Frage auch für die Theorie der Granitbildung eine grosse Bedeutung gewinnen musste. Seitdem man aber weiss, dass auch eruptive Gesteine in geschichteten Ablagerungen vorkommen können, hat jene Frage nur noch eine untergeordnete theoretische Wichtigkeit.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Granit da, wo er in Gneiss übergeht, zugleich mit der Parallelstructur eine mehr oder weniger deutliche Schichtung entfaltet; die so gebildeten Schichten, welche sich besonders an den Gränzen mancher grösseren Granitstöcke einfinden, sind vielleicht als Contact- oder Compressionsschichten (I, 498) zu betrachten, und wir haben schon oben, S. 62 Gelegenheit gehabt, mehre hierher gehörige Erscheinungen zu erwähnen. Dagegen dürften die Parallelmassen des mit vollkommener Massivstructur (I, 464) versehenen Granites, selbst da, wo sie in grosser Anzahl auftreten, nicht sowohl für eigentliche Schichten, als vielmehr für bankförmige Absonderungen zu erklären sein, welche vielleicht erst nach der Verfestung des Gesteins durch noch unbekannte Ursachen hervorgebracht wurden. Sollte sich jedoch beweisen lassen, dass diese bankförmige Absonderung ein, durch die allmälig und intermittirend fortschreitende Erstarrung bewirktes Structurverhältniss ist, so würde man auch mit Humboldt die betreffenden Parallelmassen für Schichten erklären müssen; (Centralasien, I, 190). Am Ende kommt es nur darauf an, wie der Begriff von Schichten aufgefasst und festgestellt wird.

Wer sich über die mancherlei Gründe für und wider die Schichtung des Granites belehren will, dem empfehlen wir die Lectüre von Pötzsch, Bemerkungen und Beobachtungen über das Vorkommen des Granites in geschichteten

Lagen, 1803, wo dieses Thema auf 554 Seiten abgehandelt wird; ferner *Playfair*, *Explication sur la théorie de la terre de Hutton*, 1815, *p*. 235 ff., Greenough, Kritische Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geologie, S. 1 ff. und Breislak, Lehrb. der Geol. I, S. 444 ff.

Die bankförmige Absonderung aber ist eine sehr häufig vorkommende und bisweilen auf grosse Strecken mit einer merkwürdigen Regelmässigkeit zur Ausbildung gebrachte Erscheinung, deren Verhältnisse besonders in Cornwall und Devonshire genauer erforscht worden sind.

Schon im Jahre 1821 bemerkte Sedgwick, dass die Absonderungsklüfte der dasigen Granite oft auf bedeutende Distanzen einen vollkommenen gegenseitigen Parallelismus behaupten. Diess bestätigte Boase im Jahre 1832, indem er berichtete, dass die Cornwaller Granite gewöhnlich in deutliche Bänke von stark geneigter und weithin paralleler Lage abgesondert seien; (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, IV,* 1832, 378). Im Jahre darauf behauptete Enys, dass die verticalen Klüfte des Granites bei Penryn die allgemeine Richtung NNW.—SSO. innehalten, und im Jahre 1834 stellte De-la-Beche den Satz auf, dass die bankförmige Absonderung der Cornischen und Devonischen Granite oft über bedeutende Räume nach bestimmten Richtungen Statt finde, unter welchen die von Enys angegebene Richtung die gewöhnliche sei; (*Researches in Theoretical Geol. p.* 103). Später gab derselbe Geolog in seinem *Report on the Geology of Cornwall etc.* nähere Nachweisungen über dieses Verhältniss, und bemerkte, dass, obgleich die Absonderungsklüfte (*divisional planes*) in Cornwall und Devonshire im Allgemeinen die Richtung von NNW.—SSO. behaupten, es doch auch viele Ausnahmen gäbe. So theilt er z. B. Beobachtungen aus dem Landsend-Districte mit, wo die Richtung dieser Klüfte um 35 bis 44° von der Nordsüdlinie nach Westen abweicht. Auch erwähnte er (a. a. O. S. 163), dass diese Absonderung in schichtenähnliche Bänke da, wo der Granit an den Schiefer angränzt, der Gränzfläche des letztern mehr oder weniger parallel, ausserdem aber häufig fast horizontal erscheine, und dass wohl durch solche Erscheinungen die Meinung veranlasst worden sein möge, dass der Granit geschichtet sei. Da der Hauptzug der Cornwaller Granitmassen die Richtung WSW.—ONO. hat, so würden also die herrschenden Kluftsysteme fast rechtwinkelig auf diese Richtung sein, was allerdings sehr merkwürdig erscheint.

Später hat Hausmann ähnliche Verhältnisse am Granite des Harzes nachgewiesen, welcher gewöhnlich drei Systeme von Absonderungsklüften zeigt, von welchen zwei eine senkrechte oder doch steile, und gegen einander fast rechtwinkelige Lage haben, während das dritte oft horizontal oder doch nur wenig geneigt ist; das eine der beiden ersteren Systeme streicht am häufigsten hor. 8 bis 11, also der Hauptrichtung der Granitmassen ungefähr parallel; (Ueber die Bildung des Harzgebirges, 1842, S. 112). — Leopold v. Buch bemerkte im Jahre 1843, dass der Granit fast überall, wo er erscheint, ellipsoidische Stöcke mit gewölbter Oberfläche, gleichsam Blasen, bilde, welche im Innern aus concentrischen Schalen bestehen, deren Bildung, eben so wie die Entstehung mancher Gneissschichten, als Folge der Zusammenziehung und

daher Zertheilung der erkaltenden Massen zu erklären sein dürfte. (Poggend. Ann. Bd. 58, 289 f.) Fast eben so sagte schon Leibniz: *credibile est, contrahentem se refrigeratione crustam bullas reliquisse et in folia quaedam discessisse. Protogaea* §. IV. Ein auffallendes Beispiel dieser Architektur liefert allerdings die Granitgreisen-Masse von Zinnwald; auch bei Worcester in Massachusetts zeigt der Granit ein System von concentrischen kuppelförmigen Bänken, welches Hitchcock für eine enorme Concretion hält.

Was die übrigen Gesteinsformen des Granites betrifft, so sind ausser der sehr häufigen unregelmässig polyëdrischen Absonderung (I, 527) und der ebenfalls öfters vorkommenden parallelepipedischen, quaderförmigen, und pfeilerförmigen Absonderung, welche grossentheils mit der so eben betrachteten bankförmigen Absonderung in Verbindung stehen, noch die seltener zu beobachtenden säulenförmigen und kugligen Gesteinsformen zu erwähnen.

Von säulenförmiger Absonderung wurden bereits im ersten Bande, S. 522 Anm. ein paar Beispiele angeführt. Sie ist im Granitdistricte von Landsend in Cornwall sehr häufig, und kommt dort am schönsten am Cap Landsend selbst vor, so wie südlich davon am Tol-Pedn-Penwith, und nördlich davon am Huel-Oak-Point in St. Just; am Pordenack-Point haben die Prismen eine grosse Aehnlichkeit mit Basaltsäulen, sowohl was die Regelmässigkeit der Form, als was die transversale Gliederung derselben betrifft.

Auch von kugligen Gesteinsformen wurden schon (I, 475) Beispiele aus Schlesien und aus dem Fichtelgebirge erwähnt. Gustav Rose beschreibt ein interessantes Vorkommen von Schwarzbach im Riesengebirge; die Kugeln sind 3 bis 6 Zoll im Durchmesser, halten in der Mitte ein Individuum von Orthoklas, welches zunächst von Albit und Glimmer eingefasst wird, worauf grobkörniger Orthoklas mit Quarz folgt; sie liegen dicht über einander, und bilden einen 20 Fuss mächtigen Gang am sogenannten Krötenloche; (Poggend. Ann. Bd. 56, 624). Charpentier erwähnt vom Berge Moiné-Mendia, bei Hellette in den Pyrenäen, einen feinkörnigen Granit, der in unregelmässige sphäroidale Massen von 4 Zoll bis 2 Fuss Durchmesser abgesondert ist, an denen jedoch keine concentrisch-schalige Structur vorkommt. Dagegen sah Weawer in den Steinbrüchen von Knackaderry in Irland die mächtigen, 75° in Süd fallenden Bänke des Granites in concentrisch-schalige Kugeln abgesondert; eben solche fand Dufrénoy bei Argentat im Dep. de la Corrèze. Ganz merkwürdige Granitsphäroide beobachtete v. Eschwege am Küstenpuncte Praia-Grande in Brasilien; sie haben mehre Fuss im Durchmesser, sind länglich, z. Th. aufrecht stehend mit verticaler Längsaxe, an der Spitze aufgebrochen, wie eine halbgeöffnete Rose, und mit einer sehr ausgezeichneten concentrisch-schaligen Structur versehen; innerhalb der zahlreichen und oft kaum 1 Linie dicken Schalen umschliessen diese Steinknospen einen länglichen Kern, der lose und beweglich mitten innen aufrecht steht; (Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, S. 35). Derselbe Beobachter erwähnt aus der Gegend von Porto in Portugal Granitkugeln von 10, 20 bis 50 Fuss Durchmesser. Eine äusserst interessante Kugelbildung beschreibt Alluaud aus dem Pegmatit von la Vilate, im Dep. de la haute Vienne; die $\frac{1}{2}$ bis 2 Meter grossen Sphäroide haben

einen Kern von Orthoklas, welchen feinkörniger Feldspath umgiebt, der in mehren concentrischen Zonen graue Quarzkörner umschliesst; diese Körner werden von innen nach aussen immer kleiner, indem sie anfangs nussgross, zuletzt aber nur noch so gross wie ein Stecknadelkopf sind. Andere dergleichen Sphäroide umschliessen in der Mitte Granat, Apatit, Arsenkies und Wolfram, worauf Albit mit Columbit folgt; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série, VII,* 1850, *p.* 230).

Manche der sphäroidischen Formen des Granites treten erst bei der beginnenden Verwitterung des Gesteins hervor, und dürften nur eine Folge der weiter unten zu besprechenden concentrischen Exfoliation sein. Noch müssen wir einer eigenthümlichen polyëdrischen Absonderung des Granites gedenken, welche Hitchcock aus Massachusetts unter dem Namen *pseudomorphous Granite* beschreibt; ein grobkörniges Gemeng von Feldspath und Quarz wird nach allen Richtungen von grossen, aber ganz dünnen tombackbraunen Glimmerblättern durchsetzt, welche gegenseitig zusammentreffen, und dadurch die Gesteinsmasse in polyëdrische Gestalten absondern.

In Betreff der, Bd. I, S. 576 erwähnten Uebergänge des Granites in andere Gesteine ist zuvörderst nochmals daran zu erinnern, dass auch eruptive Granitbildungen zuweilen in Gneiss übergehen. Obgleich die Erscheinung nicht gerade zu den häufigen gehört, so ist sie doch oft genug beobachtet worden; sie stellt sich theils an den Gränzen gewisser Granit-Ablagerungen, also an den Druck- und Widerstandsflächen des Nebengesteins, theils aber auch stellenweise mitten innerhalb derselben ein.

Ein anderer sehr häufig vorkommender Uebergang ist der in Syenit; zwar scheint er keinesweges allen Granitformationen eigen zu sein, er ist aber doch bei sehr vielen Granit-Ablagerungen nachgewiesen, und wird stets durch Mittelgesteine bewirkt, in welchen Glimmer und Hornblende zugleich auftreten, daher solche wohl auch Syenitgranit genannt worden sind. Selten, und wohl ebenfalls nur gewissen Granitformationen eigen sind die Uebergänge in Greisen, welche ganz einfach daraus hervorgehen, dass sich die Feldspäthe gänzlich zurückziehen, so dass endlich ein nur aus viel Quarz und wenig Glimmer bestehendes Gestein übrig bleibt.

Die schörlreichen Granite gehen auf dieselbe Weise in Schörlquarzit über. Endlich zeigt auch der Granit bisweilen an seinen Contact- und Gränzflächen, so wie in seinen Apophysen Uebergänge in dichten Felsit und in porphyrähnliche Gesteine, welche von gewöhnlichen Felsitporphyren oft gar nicht zu unterscheiden sind.

Für die an den Gränzen granitischer Ablagerungen vorkommenden Uebergänge in Gneiss sind bereits oben S. 62 mehre Beispiele angeführt worden. Die Erscheinung findet sich aber auch da und dort inmitten graniti-

scher Ablagerungen. Der Granit des Mölibokus geht nach v. Oeynhausen oft sehr rasch durch Entwickelung flasriger Structur in Gneiss, und dieser wiederum in Granit über; dasselbe gilt nach Phillips von dem Granite der Malvernhills in England, und würde auch von der Granitgneissbildung der Lofoten gelten, dafern solche als eine Granitformation zu betrachten ist.

Ganz unzweifelhafte Uebergänge aus Granit in Syenit finden sich z. B. in Sachsen auf dem linken Elbufer, in der ganzen Linie von Gauernitz bis nach Spittewitz, ferner am Thüringer Walde bei Suhl und Ilmenau, in Schlesien zwischen Wartha und Reichenstein, in den Vogesen, in Schottland, in den Malvernhills, im südlichen Norwegen, und in vielen andern Ländern.

Die seltneren Uebergänge in Greisen scheinen, eben so wie die in Schörlquarzit, besonders an den Gränzen gewisser Granit-Ablagerungen vorzukommen; für die ersteren liefern die Gegenden von Lindenau, Schnarrtanne und Winselburg in Sachsen, so wie die von Hirschenstand in Böhmen, für die anderen viele Puncte in Cornwall recht ausgezeichnete Beispiele.

Alle die bisher betrachteten Uebergänge sind wirkliche und wesentliche Uebergänge. Dagegen finden wohl die aus Granit in Augitporphyr oder Basalt, in Thonschiefer, in Sandstein, oder gar in Kalkstein erwähnten Uebergänge nur scheinbar Statt, indem sie entweder für blose Contactphänomene, mit einseitiger Imprägnation gewisser Bestandtheile, oder für Zersetzungsphänomene zu erklären sind. Das Letztere gilt namentlich von den Uebergängen in Sandstein.

Die Oberfläche granitischer Ablagerungen ist nämlich oft bis auf bedeutende Tiefe zu einem scharfkörnigem Grus und Sand aufgelöst, welcher nach unten allmälig in den festen Granit verläuft. Dergleichen granitischer Grus hat nun oftmals das Material zu den ersten Schichten von Sandsteinformationen geliefert, welche unmittelbar über dem Granite abgesetzt worden sind. Während diese ersten Schichten fast nur aus Granitgrus bestehen, enthalten die nächstfolgenden Schichten immer weniger davon, bis endlich der reine quarzige Sandstein folgt. Auf diese Weise sind die angeblichen Uebergänge aus Granit in den *old red sandstone* an den Küsten von Caithness in Schottland zu beurtheilen, auf welche Macculloch ein so grosses Gewicht legte; eben so die Uebergänge aus Granit in bunten Sandstein, in Arkos und in feldspathreiche Sandsteine, wie sie aus so vielen Gegenden erwähnt werden; (I, 702). Die sogenannten regenerirten Granite, welche zumal bei einigen älteren Schriftstellern eine grosse Rolle spielen, sind nichts Anderes, als dergleichen, aus verkittetem Granitgrus bestehende Sandsteine.

§. 301. *Verschiedene Arten von Granit.*

Man hat versucht, gewisse Granit-Varietäten, welche fast überall mit denselben allgemeinen Eigenschaften auftreten, hervorzuheben und mit besonderen Namen zu belegen, und es ist wichtig, diese Unterscheidungen kennen zu lernen, weil solche, sofern sie auf einer mineralogischen Untersuchung beruhen, als die ersten Schritte zu einer genaue-

ren Kenntniss der verschiedenen Granitformationen zu betrachten sein dürften. So unterscheidet G. Rose den eigentlichen Granit und den Granitit, Delesse mit anderen französischen Geologen den Protogin und den Pegmatit. — Die Unterscheidung des gemeinen, oder gleichmässig-körnigen Granites von dem porphyrartigen Granite mag zwar für einzelne Gegenden wichtig sein, kann jedoch nicht auf Allgemeingiltigkeit Anspruch machen, da bisweilen eine und dieselbe Granit-Ablagerung ihr Gestein bald als gemeinen, bald als porphyrartigen Granit erscheinen lässt. — Ob und wiefern die, besonders auf ihre gegenseitigen Verbreitungs- und Durchsetzungs-Verhältnisse gegründeten Unterschiede eines grobkörnigen und feinkörnigen Granites, eines Gebirgsgranites und Ganggranites, auf wesentlichen Differenzen ihrer mineralischen Zusammensetzung beruhen, darüber muss erst durch künftige genaue Untersuchungen entschieden werden.

Als Granit in der engeren Bedeutung des Wortes betrachtet G. Rose diejenigen granitischen Gesteine, welche ausser vorwaltendem, weissem Orthoklas und Quarz nebst untergeordnetem Oligoklas noch zweierlei Glimmer, nämlich weissen Kaliglimmer, und schwarzen oder braunen, überhaupt dunkelfarbigen Magnesiaglimmer enthalten, von welchen namentlich der erstere sehr bezeichnend ist, obgleich er zuweilen ausfällt.

Dieser eigentliche Granit ist das verbreitetste Glied der Granitformationen und erscheint z. B. im Erzgebirge zwischen Eibenstock und Carlsbad, in der Lausitz von Görlitz bis Bischofswerda, im Fichtelgebirge, am Harze im Ramberge und am Ziegenrücken, auf der Ostseite der Sudeten in grosser Ausdehnung, dagegen nur sehr untergeordnet im Riesengebirge.

Granitit nennt dagegen Rose diejenigen granitischen Gesteine, welche aus vorwaltendem rothem Orthoklas, viel Oligoklas, etwas Quarz und wenig schwärzlichgrünem Magnesiaglimmer bestehen, sich daher besonders durch den rothen Orthoklas und durch den gänzlichen Mangel des weissen Glimmers vom Granite unterscheiden.

Solcher Granitit bildet die Hauptmasse des Riesengebirges und am Harze die Brockenpartie; am Thüringer Walde findet er sich bei Mehlis und Ilmenau, im Odenwalde bei Schriesheim; auch gehören zu ihm der bekannte Granit von Baveno am Lago maggiore, mehre Granite der Normandie und Bretagne, und sehr viele andere. — Da G. Rose auch den Granit von Baveno hierher rechnet so ergiebt sich, dass sein Granitit identisch mit dem Miarolit von Fournet ist*). Mit diesem, nach der italienischen Provinzialbenennung Miarolo

*) Auch hat schon Studer im ersten Theile seines Lehrbuchs der phys. Geographie S. 330 einen Theil der von Rose als Granitit aufgeführten Gesteine unter dem Namen Rother Granit von den übrigen Graniten abgesondert.

gebildeten Namen bezeichnete nämlich Fournet schon früher nicht nur das Gestein von Baveno, sondern auch ähnliche granitische Gesteine aus dem Lyonnais und von Jägerthal in den Vogesen, welche er, als ganz eigenthümliche Varietäten, von den übrigen Graniten trennen zu müssen glaubte; (*Mém. sur la Géol. des Alpes, compris entre le Valais et l'Oisans*, 2. *partie, p.* 24 f.; im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, II*, 495 ff. unterschied er sogar eine ganze *division miarolitique*, welche ihre besonderen Granite, Granulite, Eurite begreift).

Pegmatit; es ist wohl zweckmässig, diesen Namen, welcher von Hauy nur zur Bezeichnung des eigentlichen Schriftgranites (I, 574) eingeführt worden war, nach dem Vorgange französischer Geologen in einer etwas erweiterten und insbesondere in derjenigen Bedeutung zu gebrauchen, in welcher er neuerdings von Delesse fixirt worden ist. (*Mém. sur la pegmatite etc.* in *Ann. des mines*, 4. *série*, *XVI*, 1849, *p.* 97 ff.) Demnach verstehen wir unter Pegmatit zunächst die grosskörnigen, wesentlich aus Orthoklas, Quarz und silberweissem Glimmer bestehenden Granite, welche so häufig in der Form von unregelmässigen Gängen, kleinen Stöcken und Nestern innerhalb anderer Gesteine der Granitfamilie auftreten, ohne doch jemals grössere und selbständige Ablagerungen zu bilden. Die Quarz- und Orthoklas-Individuen sind oft mehre Zoll, ja bisweilen einen Fuss gross und darüber, und der Glimmer ist gleichfalls in sehr grossen Individuen ausgebildet; auch erscheinen die grossen Feldspathmassen gar nicht selten als wirklicher Schriftgranit. Turmalin ist ein ganz gewöhnlicher accessorischer Bestandtheil dieser Pegmatite, und oft in schönen krystallisirten Varietäten ausgebildet; auch finden sich bisweilen, als secundäre Bildungen, grüner Talk und Eisenkies ein. Auf diese Weise charakterisirt Delesse die Pegmatite.

Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass auch andere, in ganz ähnlichen Formen auftretende grosskörnige Granite hierher gerechnet werden müssen, welche einen Reichthum von schönen accessorischen Mineralien enthalten. Dahin gehören z. B. die grosskörnigen Granite, welche in der Sächsischen Granulitformation, zumal bei Penig, Kursdorf und Mühlau, vorkommen, und ausser den, von Delesse erwähnten vier gewöhnlichen Bestandtheilen auch noch Lithionglimmer und Albit, bisweilen auch Physalith, Amblygonit, Apatit und Andalusit führen; dahin die bei Limoges, Chanteloube u. a. Orten des Dep. der oberen Vienne im gewöhnlichen Granite aufsetzenden Gänge, welche nach Alluaud aus Quarz, Orthoklas, Albit, schwarzem Glimmer und röthlichem Lithionglimmer in so grosskörniger Ausbildung bestehen, dass die drei ersteren Mineralien bisweilen cubikmetergrosse Massen bilden, die durch Glimmertafeln von 1 bis 2 Decimeter Dicke abgesondert werden; dazu gesellen sich Beryll, Apatit, Granat u. a. Mineralien; bei Marmagne und St. Symphorien im Morvan sind dergleichen Pegmatitgänge nach Dufrénoy so reich an Turmalin und gemeinem Beryll, dass der letztere bisweilen mit als Strassenmaterial

verwendet wird. Ferner gehört hierher der berühmte Granitgang von Finbo bei Fahlun, welcher im Gneisse aufsetzt, bis 5 und 6 Lachter mächtig ist, und ausser dem Orthoklas, Quarz und Glimmer, welche in ungewöhnlich grossen Dimensionen auftreten, Albit, gemeinen Topas und Beryll, Granat, Gadolinit, Orthit, und mehre tantal- und cerhaltige Mineralien umschliesst; ähnlich verhält sich der sehr grosskörnige Granit von Ytterby in Upland, welcher durch seine Gadolinite und Yttrotantalite so berühmt worden ist. Auch der grosskörnige Granit von Mursinsk im Ural, mit Albit, Tumalin, Granat, Topas, Beryll und schönem Bergkrystall, und ähnliche durch ihre Mineral-Einschlüsse bekannte Granite aus Connecticut, Massachusetts u. a. Staaten Nordamerikas sind wohl den Pegmatiten beizurechnen.

Protogin. Die mineralische Zusammensetzung dieser bald granitischen, bald gneissartigen und selbst schiefrigen Gesteine, welche in den Alpen eine so wichtige Rolle spielen, ist erst durch die genauen Untersuchungen von Delesse festgestellt worden. Aus ihnen ergiebt sich, dass der granitartige Protogin oder Protogingranit (Alpengranit Studers) ein krystallinisch-körniges Gemeng aus weissem oder röthlichem glänzenden Orthoklas, grünlichweissem, matten Oligoklas, grauem oder röthlichem Quarz, dunkelgrünem, sehr eisenoxydreichen (seiner chemischen Zusammensetzung nach zwischen Magnesia- und Kaliglimmer stehenden) Glimmer*) und einem hellgrünen talkähnlichem Minerale ist. Der Orthoklas ist immer, wenn auch nicht gerade der vorwaltendste, so doch der bezeichnendste Gemengtheil, und tritt oft in Krystallen von mehren Centimetern Länge auf; die an der Streifung ihrer Spaltungsflächen sicher erkennbaren Individuen des Oligoklases sind gewöhnlich nur mehre Millimeter gross; der Quarz bildet Körner von muschligem Bruche, und der dunkelgrüne Glimmer dicke hexagonale Tafeln von einigen Millimetern Durchmesser; der Talk endlich, welcher in den granitartigen Varietäten sehr untergeordnet erscheint, imprägnirt häufig den Oligoklas, und bedingt so die oft lebhaft grüne Färbung desselben; er ist jedenfalls ein epigenetisches Gebilde.

Die gneissartigen und schiefrigen Varietäten des Protogins, oder die Protogingneisse und Protoginschiefer zeigen etwas abweichende Verhältnisse ihrer Zusammensetzung. Die Feldspathkrystalle werden immer kleiner und undeutlicher, der Quarz erscheint sehr feinkörnig und weiss, und tritt immer mehr zurück, der grüne Glimmer wird immer hellfarbiger und bildet ganz kleine Schuppen, welche zu Flasern vereinigt sind, der Talk wird immer vorwaltender; und so ändert

*) Dieser grüne Glimmer ist immer für Chlorit gehalten worden; ein Irrthum, der wohl auch in anderen Fällen häufig vorkommen mag.

sich, zugleich mit der Structur und dem Habitus des Gesteines, auch das Verhältniss seiner wesentlichen Bestandtheile, obgleich diese in der Hauptsache immer dieselben bleiben.

Durch Bausch-Analysen, welche Delesse mit granitartigen und schiefrigen Varietäten anstellte, erhielt er das interessante Resultat, dass der Gehalt an Kieselerde fortwährend abnimmt, je mehr der granitische in den schiefrigen Habitus übergeht, so dass die charakteristischen Protoginschiefer vielleicht 10 Procent weniger Kieselerde enthalten, als die charakteristischen Protogingranite. Nun ist es aber durch die Untersuchungen der ausgezeichnetsten Geologen erwiesen, dass die grossen Protogin-Ablagerungen der Alpen in ihrer Mitte aus granitischen Varietäten bestehen, und gegen ihre Peripherie hin ganz allmälig durch gneissartige in schiefrige Varietäten übergehen. So stellt sich also hier ein höchst merkwürdiger Zusammenhang zwischen den chemischen, petrographischen und geotektonischen Verhältnissen der verschiedenen Protogingesteine heraus. (Man vergleiche die treffliche Abhandlung von Delesse: *Sur la Protogine des Alpes*, in *Ann. de Chimie et de Physique*, 3. *série*, *XXV*, und im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *VI*, 230 ff.)

§. 302. *Untergeordnete Gesteine und Erzlagerstätten, welche dem Granite wesentlich angehören.*

Zu denjenigen untergeordneten Gesteinen, welche mit dem Granite selbst in einem sehr innigen genetischen Zusammenhange stehen, gehören besonders gewisse Gneisse und Porphyre, der Syenit, der Greisen und der Schörlquarzit oder Schörlfels.

Dass diejenigen Gneisse, welche sich unmittelbar aus dem Granite selbst entwickeln, indem derselbe Parallelstructur und Schichtung entfaltet, als wesentliche untergeordnete Gesteine der betreffenden Granitformation zu betrachten sind, diess kann wohl von Niemand in Zweifel gestellt werden. Wenn also die betreffende Granitformation als eine eruptive Bildung erkannt worden ist, so wird wohl auch für die ihr anhängenden oder eingeschalteten, jedenfalls aber organisch mit ihr verbundenen Gneissbildungen dieselbe Entstehungsweise geltend zu machen sein.

Sollten daher die zu Ende des vorhergehenden Paragraphen erwähnten Protogingranite der Alpen als eruptive Bildungen zu erkennen sein, so würden wir gar keinen Anstand nehmen können, auch die sie umgebenden Protogingneisse für solche Bildungen zu erklären; beide sind ja nur die centralen und peripherischen Theile einer und derselben Gesteinsablagerung, und stehen mit einander in einem so genauen Zusammenhange, wie der Holzkörper und die Rinde eines Baumstammes. Da man jedoch mehr geneigt ist, sie für metamorphosirte Sedimentgesteine zu erklären, so verweisen wir auf die oben

S. 62 erwähnten Beispiele von Gneiss, welcher zu unzweifelhaft eruptiven Graniten in dem hier angedeuteten Verhältnisse steht.

Was von dem Gneisse, das gilt auch von den porphyrähnlichen Gesteinen, welche sich bisweilen aus den Graniten, an ihrer Gränze gegen andere Gesteine, oder in ihren Apophysen und Ramificationen herausbilden, indem das granitische Gestein durch eine fortwährende Verfeinerung seines Kornes zuletzt in ein dichtes, homogenes, oder durch eingesprengte Quarz- und Feldspathkörner porphyrartiges Gestein übergeht.

Diese Erscheinung ist nicht so gar selten zu beobachten. Von vielen Beispielen wollen wir nur eines gedenken, welches Necker bei Valorsine im Ravin-de-Rupes beobachtete. Dort setzt im Hornfels ein keilförmiger Stock von Granit auf, welcher unten 2 bis 3 Toisen mächtig ist, nach oben aber sich verschmälert und endlich auskeilt; gegen seine Gränzen wird dieser Granit immer feinkörniger, und zuletzt ein wahrer Porphyr, mit dichter Grundmasse, in welcher sparsame kleine Feldspathkrystalle und grosse Quarzkörner enthalten sind.

Dass viele Granit-Alagerungen stellenweise in Syenit übergehen, ist schon oben S. 210 in Erinnerung gebracht worden; es geht diess nicht selten so weit, dass eine und dieselbe Ablagerung in verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsgebietes bald aus Granit, bald aus Syenit besteht, wobei zuweilen die Syenitfelder in ihrer Ausdehnung mit den Granitfeldern wetteifern.

Diess ist z. B. in Sachsen auf dem linken Elbufer der Fall; ja, im südlichen Norwegen ist der Syenit ganz entschieden das vorwaltende Gestein. Obgleich daher beide Gesteine so innig verbunden sind, dass sie gewöhnlich ein Ganzes bilden, und als Formationen gar nicht getrennt werden können, so halten wir es doch für zweckmässig, den Syenit weiter unten in einem besondern Paragraphen zu behandeln, weil er gar nicht selten eine bedeutende Selbständigkeit gewinnt, und weil es doch nur gewisse Granitformationen sind, welche sich mit ihm verbunden zeigen.

Obgleich der Greisen bisweilen auch innerhalb anderer Gesteine, und ohne in einer sichtbaren Verbindung mit Granit zu stehen, angetroffen wird, wie z. B. bei Schlackenwalde im Gneisse, bei Altenberg im Porphyr, so pflegt er doch gewöhnlich auf eine so innige Weise mit dem Granite verbunden zu sein, dass man ihn nur als diejenige extreme Modification desselben betrachten möchte, welche durch das allmälige Zurücktreten und gänzliche Verschwinden des Feldspathes zum Vorschein kommen muss.

Auf diese Weise erscheint er z. B. bei Zinnwald, wo mitten aus dem Porphyr eine elliptische, von Nord nach Süd etwa $\frac{1}{4}$ Meile lange Kuppe von Greisen hervorragt, welche häufig in Granit übergeht, und an vielen Stellen ganz regellos gestaltete Granitpartieen umschliesst. Eben so sieht man am

Kielberge, an der westlichen Gränze der grossen Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, den Granit sehr deutlich in Greisen übergehen. Dasselbe ist bei Vaurly im Dep. der oberen Vienne der Fall, wo der Greisen mitten im Granite ganz unregelmässige Stöcke bildet; und so verhält es sich in Cornwall, in Ungarn und in anderen Gegenden, wo der Greisen überall als ein mit dem Granite verbundenes Gestein erkannt worden ist. Uebrigens enthält er nicht nur häufig Zinnerz eingesprengt, sondern er umschliesst auch bisweilen Gänge und andere Lagerstätten dieses Erzes.

Auch der Schörlfels giebt sich als eine mit dem Granite in sehr naher Beziehung stehende Felsart zu erkennen. Bei der petrographischen Beschreibung der Granite (I, 573) wurde schon bemerkt, dass manche derselben eine grosse Menge von Schörl enthalten; besonders sind es gewisse grobkörnige und porphyrartige Varietäten, in welchen dieses Mineral vorkommt; und zwar erscheint dasselbe entweder in Drusenräumen, oder im Gesteine selbst, theils eingesprengt, theils, und am häufigsten, in kleineren oder grösseren, z. Th. faustgrossen Partieen von stängliger Zusammensetzung, welche fast immer mit Quarz verwachsen sind. Dabei pflegt der Glimmer gewöhnlich sehr zurückzutreten.

Schon Lasius bemerkte, dass am Harze diese schörlführenden Varietäten besonders an den äusseren Gränzen der Granit-Ablagerungen auftreten, und Leopold v. Buch hob später die Wichtigkeit und Allgemeingiltigkeit dieser Bemerkung hervor*), welche sich übrigens auch für Cornwall bestätigt, von wo Boase berichtet, dass der Schörl um so häufiger werde, je näher man der Gränze komme, und dass sich an dem ganzen westlichen Rande der Granitpartie von St. Austell der schörlreiche Granit hinziehe; (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, IV*, 1832, *p.* 240 und 378). Dasselbe findet nach De-la-Beche bei der grossen Granitpartie von Dartmoor in Devonshire, und überhaupt bei allen dortigen Granitmassen Statt; (*Report on the Geol. of Cornw.* 157). Ja, sogar in den Granitgängen findet dieses vorwaltend peripherische Vorkommen des Schörls seine Bestätigung, indem dergleichen Gänge nicht selten nur an beiden Salbändern schörlführend sind.

Aus diesen schörlführenden Graniten entwickeln sich nun die Schörlquarzite dadurch, dass der Glimmer und der Feldspath allmälig verschwinden, und ein bloses Gemeng von Quarz und Schörl zurückbleibt, weshalb Forbes schon im Jahre 1822 den Schörlfels für eine Varietät oder Modification des Granites erklärte, was wohl auch für den körnigen Schörlfels unbedingt zugestanden werden kann, welcher noch bisweilen grosse Feldspathkrystalle enthält.

*) Leonh. Min. Taschenbuch, 1824, S. 498.

Diese Feldspathkrystalle sind aber stellenweise zerstört, und ihre hinterlassenen Hohlräume theilweise mit Schörlkrystallen ausgefüllt worden, welche sich nach verschiedenen Richtungen durchkreuzen; dieses sehr merkwürdige Verhältniss erwähnt De-la-Beche von Meladore und von Trevalgan unweit St. Ives; (*Report etc. p.* 160). — Für die nahe Verwandtschaft des Schörlquarzites mit dem Granite, sogar in seinen schiefrigen und dichten Varietäten, spricht übrigens auch die gewöhnliche Art seines Vorkommens, indem er entweder noch innerhalb des (meist selbst schörlführenden) Granites, oder auf der Gränze, oder doch in der unmittelbaren Nähe von Granit-Ablagerungen aufzutreten pflegt.

Innerhalb des Granites selbst ist seine gewöhnlichste Lagerungsform die, dass er in gangähnlichen Parallelmassen oder Zonen auftritt, welche dem Granite regelmässig eingeschaltet sind, so dass die Felswände wie gebändert oder gestreift erscheinen; an der Gränze von Granitmassen bildet er Gänge, welche den Schiefer wie den Granit durchsetzen, und daher eine gewisse Unabhängigkeit beurkunden; am seltensten erscheint er in grösseren selbständigen Massen innerhalb des Schiefergebirges, welche aber gleichfalls als Dependenzen benachbarter Granit-Ablagerungen zu betrachten sein dürften. Die gangartigen Gebilde bestehen zum Theil aus dichtem oder schiefrigem Schörlfels, sind sehr häufig mit Zinnerz imprägnirt, ja nicht selten geradezu als Zinnerzgänge ausgebildet.

Forbes beschrieb die Verhältnisse bei Rosemodris in Cornwall, wo der Granit an seiner westlichen Gränze von sehr vielen parallelen Schörlfelsgängen durchsetzt wird, die $1/2$ bis 2 Fuss mächtig, und wenigstens 300 Fuss einwärts in den Granit, nicht aber auswärts in die aufliegenden Schiefer zu verfolgen sind. Auch am Polmear-Cliff wird der Granit von zahlreichen solchen Gängen durchschnitten, welche ihn auf ähnliche Weise in lauter regelmässige Parallelmassen abtheilen, wie die zinnführenden Quarzgänge am St. Michaëlsberg; (Forbes und Carne, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall*, *II*, 1822, 57, 253, 262). — Nach Sedgwick besteht der Granit von St. Austell-Moor ganz und gar aus abwechselnden Parallelmassen von Granit und Schörlfels; hier ist es Granit mit Streifen von Schörlfels, dort ist es Schörlfels mit Streifen von Granit; alle diese Streifen haben ostwestliches Streichen und sehr starkes Fallen; die Schörlfelsstreifen aber lassen oft in der Mitte eine schmale, durch Zinnerz bezeichnete Absonderung erkennen, wie denn auch beiden Gesteinen dasselbe Erz eingesprengt ist. — Mit allen diesen Erscheinungen sind die Stockwerke von zinnerzführenden Quarzgängen, wie solche am Cligga-Point, auf der Carclaze-Grube bei St. Austell, auf der Beam-Grube in Roche, am St. Michaëlsberg bei Penzance, und auch bei Geyer und Ehrenfriedersdorf in Sachsen vorkommen, so nahe verwandt, dass man wohl berechtigt ist, sie insgesammt auf einen und denselben Bildungsprocess, und auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückzuführen.

Für die innige Verknüpfung dieser Schörlfelsgänge mit dem Granite,

welche schon Forbes bestimmte, ihr Gestein nur als eine Modification des Granites zu betrachten, spricht insbesondere eine von Carne mitgetheilte Thatsache. Bei Carn-Boscawen setzt im Granite ein bis 8 Fuss mächtiger Gang von Schörlfels auf, welcher in einer fast verticalen Felswand, vom Wasserspiegel bis zu etwa 60 F. Höhe sichtbar ist; allein sowohl nach oben als nach unten erreicht dieser Gang sein Ende; oben zerschlägt er sich in mehre Trümer, die allmälig schmäler werden und sich endlich auskeilen; nach unten verliert er sich gänzlich im Granite, und bildet nur einen Körper mit demselben; (Carne, a. a. O. III, 220).

Seltener erscheinen die Schörlfelsgänge im Schiefer. Carne erwähnt dergleichen von Zennor und von der Botallack-Grube in Cornwall, und fügt hinzu, dass sie wirkliche Gänge zu sein scheinen, da sie scharfe Salbänder haben und die Granitgänge der dortigen Küste durchschneiden; (a. a. O. II, 57). Auch am Polmear-Cliff, wo der Granit mit zahllosen Gängen in den Schiefer hinausgreift, setzt nach Forbes ein Schörlfelsgang durch die Granitgänge und lässt sich weit in den Hauptkörper des Granites verfolgen, woraus sich ergiebt, dass er auch den Schiefer durchsetzen muss; (*ibid.* 263). Nach De-la-Beche wird der zu Kaolin zersetzte Granit von St. Austell an seinen Gränzen gegen den Schiefer äusserst reich an Schörl; ja die von ihm abhängenden Ausläufer (*stripes*) sind Schörlfels; so die Ausläufer von Watch-Hill, Burthy-Row und der berühmte Roche-Rock.

Dieser Roche-Rock (oder Roach-Rock) bei Bodmin liegt schon im Gebiete des Schiefers, und liefert ein ausgezeichnetes Beispiel für das seltene Vorkommen des Schörlfelses in grösseren, selbständigen Massen; es ist ein eminenter Felsen, gebildet von ungeheuren oblongen Massen, die gerade so über einander geschichtet sind, wie die Granitbänke in den Tors. Sein Gestein ist ein körniger Schörlfels von sehr gleichförmigem Korne, und leicht zersprengbar, obgleich hart und unverwüstlich. — Forbes erwähnt von der Küste bei Cape-Cornwall ein zweites Beispiel einer grösseren Schörlfels-Ablagerung, welche jedoch unmittelbar mit dem Granite zusammenhängt. — Bei Beyerfeld, unweit Schwarzenberg in Sachsen, steht auf ein paar hundert Schritt weit mitten im Glimmerschiefer ein körniges Gemeng aus viel Schörl und wenig Quarz an, welches nicht geschichtet, aber im Grossen ungemein zerklüftet ist. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, II, S. 201 f., wo auch auf die grossen Analogieen aufmerksam gemacht wird, welche das Vorkommen des Schörlfels in Sachsen mit jenem in Cornwall erkennen lässt.)

Aus allen Verhältnissen des Schörlquarzites ergiebt sich wohl, dass seine Bildung in einem noch unergründeten Zusammenhange sowohl mit der Bildung des Granites, als auch mit jener des Zinnerzes gestanden haben muss. Vielleicht dürfte die von De-la-Beche angedeutete Idee zur Lösung des Räthsels führen, dass auf den Parallelklüften des Granites, bald nach und in Folge seiner Bildung, Solutionen eindrangen, welche den angränzenden Granit metamorphosirten*). Daubrée ist geneigt,

*) In der That möchte ein (natürlich hydrochemischer) Verkieselungsprocess, welcher zugleich mit der Bildung von Zinnerz und meist auch von Schörl

dem Fluor eine sehr wichtige Rolle anzuweisen, indem er vermuthet, dass das Silicium, Zinn u. s. w. aus dem Erdinnern als Fluorverbindungen hervortraten, welche dann einer Zersetzung unterlagen; (*Ann. des mines*, 3. *série*, *XX*, 1841, *p*. 108).

Ausser den bisher betrachteten Gesteinen umschliesst aber auch der Granit bisweilen andere, ganz fremdartige Gesteinsmassen. Dahin gehören zuvörderst Gänge und Gangstöcke von verschiedenen eruptiven Gesteinen, z. B. von Diorit, Grünstein, Porphyr, Basalt u. s. w., dergleichen in manchen Granitregionen zu den häufigen Erscheinungen gehören; ferner Erz- und Mineralgänge, wie z. B. Zinnerzgänge, Bleiglanzgänge, Rotheisenerzgänge, Barytgänge und Quarzgänge, welche letztere oft eine sehr bedeutende Erstreckung und Mächtigkeit besitzen. Alle diese Vorkommnisse sind, als gänzlich unabhängige Bildungen, von der allgemeinen Betrachtung des Granites auszuschliessen; sie haben nur für diejenigen Granitregionen Bedeutung, in denen sie sich gerade vorfinden, und gehören eben so wenig zur Naturgeschichte des Granites, wie die Basaltgänge auf Rathlin (I, 785) zur Naturgeschichte der Kreide.

Dagegen giebt es aber auch gewisse, dem Granite untergeordnete Erzlagerstätten und Gesteinsmassen, welche in einer so entschiedenen Abhängigkeit von ihm stehen, dass ihr Vorkommen an seine Existenz geknüpft ist, weshalb sie denn auch aus seinem Bereiche gar nicht heraustreten.

Dahin gehören von Erzlagerstätten vielleicht schon manche Zinnerzlagerstätten, wie z. B. die Zinnwalder im Erzgebirge, ganz entschieden aber manche Eisenerzlagerstätten, wie z. B. die von Suhl am Thüringer Walde, von Neudeck im Erzgebirge, von Traversella in Piemont, manche Kupfererzlagerstätten, wie z. B. die von Sätersdalen in Norwegen; auch dürften in dieselbe Kategorie viele erzreiche Contactbildungen zu rechnen sein, welche auf der Gränze zwischen granitischen oder syenitischen Ablagerungen und anderen Gesteinen, zumal körnigen Kalksteinen, vorkommen. — Was ferner die hierher zu rechnenden Gesteinsmassen betrifft, so sind besonders einerseits Massen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen schiefrigen Gesteinen, anderseits gang- oder stockartige Massen von körnigem Kalkstein zu erwähnen. Denn, wenn auch manche der erstgenannten Gesteinsmassen nur als locale Modificationen des Granites selbst zu betrachten sein dürften, so zeigen doch viele derselben so entschieden den Charakter von fremdartigen Bil-

verbunden war, die einfachste Erklärung für die Entstehung des Greisen, wie des Schörlfels und der zinnführenden Quarzgänge gewähren. Vergl. Band I, S. 811.

dungen, von colossalen Einschlüssen, und so möchte dasselbe von den Kalksteinen so unzweifelhaft anzunehmen sein, dass wir es für zweckmässig erachten, die Betrachtung aller dieser grösseren Einschlüsse mit in den folgenden Paragraphen zu verweisen.

§. 303. *Fremdartige Einschlüsse im Granit.*

Zu den wichtigsten Erscheinungen, welche die Granite aller Formationen darbieten, gehören die mancherlei fremdartigen Einschlüsse derselben. Sie bestehen theils in kleineren Fragmenten, theils in grösseren Massen anderer Gesteine, welche Massen, nach Maassgabe ihrer Formen und Dimensionen, bald als colossale Bruchstücke, bald als lagerartige oder gangartige Gebirgsglieder erscheinen, gewöhnlich aber in ringsum abgeschlossener Lagerung (I, 914) vom Granite umgeben werden. Alle diese Einschlüsse gewinnen aber deshalb eine grosse Bedeutung, weil sie mit als Beweise für die eruptive, unter gewaltsamen Kraftäusserungen vollzogene Geburt des Granites zu betrachten sind (I, 960), indem es namentlich die grösseren Massen der Art ganz augenscheinlich erkennen lassen, dass sich das Material des Granites ursprünglich und unmittelbar bei seiner Ablagerung in einem plastischen, zähflüssigen Zustande befand, welcher allein die Suspension so colossaler Fragmente ermöglichen konnte, und dass solches Material bei seiner Eruption eine ungeheuere zertrümmernde und fortschaffende Kraft ausgeübt haben muss.

Welche Zweifel auch von Seiten der Chemie gegen die pyrogene Natur des Granites erhoben werden mögen, die eruptive Natur desselben wird durch diese und andere Erscheinungen ganz unwiderleglich bewiesen. — Dass man versucht hat, das Vorkommen von eckigen und abgerundeten Gesteinsbruchstücken zur Unterstützung der Ansicht zu benutzen, der Granit sei ein blosses metamorphosirtes Conglomerat, darauf wurde bereits Band I, S. 575 in einer Anmerkung hingewiesen; diese Ansicht liefert nur einen Beweis dafür, auf welche Abwege die maasslosen Uebertreibungen einer, innerhalb gewisser Gränzen sehr wohl begründeten Theorie führen können; (Vergl. auch v. Leonhard, Lehrb. der Geogn. 2. Ausg. S. 621).

Bei dieser Gelegenheit haben wir noch einer anderen Ansicht zu gedenken, auf welche gleichfalls schon früher (I, 963) hingedeutet worden ist; der Ansicht nämlich, dass diese Bruchstücke gar nicht wirklich als solche, sondern als blose fragmentähnliche Concretionen zu betrachten seien. Dass wirklich zuweilen Concretionen vorkommen, welche in ihrer Gestalt eine trügerische Aehnlichkeit mit eckigen oder abgerundeten Fragmenten besitzen, diess ist freilich eben so wenig zu läugnen, als dass mitunter wirkliche Fragmente, durch die Verschmelzung und Vertuschung ihrer Contoure, das Ansehen von Concretionen erhalten; (I, 456 und 574). Dergleichen zweifelhafte Vorkommnisse können uns jedoch nimmer berechtigen, die unzweifel-

haften, nach allen ihren Eigenschaften als wirkliche Fragmente charakterisirten Vorkommnisse für pseudofragmentare Bildungen zu erklären. Jeder unbefangene Beobachter wird die Glimmerschieferfragmente unserer Obergebirgischen, oder die Granulitfragmente unserer Kriebsteiner Granitgänge auf den ersten Blick für Bruchstücke erkennen, und es setzt einen fast unglaublichen Einfluss vorgefasster Meinungen voraus, um solche und ähnliche Erscheinungen auf die angedeutete Weise zu interpretiren. Wo die Thatsachen mit so augenscheinlicher und handgreiflicher Evidenz vorliegen, da bedarf es gar keines gelehrten Beweises, und wer ihn fordern sollte, den kann man nur bitten, die Augen zu öffnen. Desungeachtet hat noch in neuerer Zeit einer der grössten Mineralogen die sämmtlichen Bruchstücke, welche sowohl in den eruptiven Gesteinen als in den Erzgängen vorkommen, für ursprüngliche und gleichzeitige Bildungen mit denen sie einschliessenden Gesteins- und Gangmassen erklären wollen*).

Das Vorkommen wirklicher Bruchstücke von Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und anderen Silicatgesteinen im Granite ist eine schon lange bekannte Erscheinung, von welcher aus Sachsen Charpentier bereits im Jahre 1777, und 10 Jahre darauf Werner in seiner Classification der Gebirgsarten Nachricht gegeben hat. Später wurde dieselbe Erscheinung fast in allen Ländern nachgewiesen, wo nur Granit vorkommt, und gegenwärtig kann man wohl behaupten, dass es wenige Granit-Ablagerungen giebt, in welchen nicht hier und da dergleichen Fragmente beobachtet worden wären**). Wir haben uns nun besonders mit den Verhältnissen ihrer Grösse und Form, ihres Vorkommens, ihrer Lage, ihrer Verknüpfung mit dem Granite, ihrer Gesteinsbeschaffenheit und ihrer Lagerung zu beschäftigen.

Die Grösse der erwähnten Fragmente ist sehr verschieden; von kleinen Brocken und Splittern, welche noch keinen Zoll im Durchmesser erreichen, gehen sie durch fuss- und lachtergrosse Blöcke in hausgrosse Massen über, und gewinnen endlich so colossale Dimensionen, dass sie wie selbständige Gebirgsglieder erscheinen, und als sogenannte Stückgebirge beschrieben worden sind.

So sieht man z. B. in den Greifensteinen bei Geyer fuss- und lachtergrosse Glimmerschieferblöcke, im Fischerschen Steinbruche bei Mittweida Gneissfragmente von mehren Lachtern Durchmesser dem Granite eingesenkt. Im Einschnitte der Sächsisch-Schlesischen Eisenbahn bei Langebrück kommen nach Cotta ausser zahlreichen kleineren Fragmenten auch grosse, 10 bis

*) Mohs, die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie, II, 1842, 140 f. und 327 f.

**) Es war daher wohl etwas überraschend, als im Jahre 1845, in den *Comptes rendus de l'Académie des sciences t.* 21, *p.* 1222 die Erscheinung als etwas ganz Neues ausposaunt wurde.

20 Fuss messende Schollen von Gneiss und Glimmerschiefer im Granite vor. Bei der Mohsdorfer Mühle im Chemnitzthale umschliesst der Granit eine Gneissmasse von mehren 100 Fuss Durchmesser; die Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie aber enthält am hinteren Fastenberge eine Schiefermasse von 3000 F., zwischen Oberblauenthal und Muldenhammer eine andere von 4000 F. Durchmesser, ja, bei Eibenstock selbst eine Schieferpartie von 16000 F. Länge, mit 4000 F. grösster Breite, und am Auersberge eine ähnliche Partie, welche fast eine Meile lang ist*). — Nach Charpentier kommen im Granite der Pyrenäen an mehren Orten, wie z. B. am Cabrioles, am Pic Quairat, am Port d'Oo, scharfkantige Fragmente eines sehr glimmerreichen Gneisses von hundert und mehr Cubiktoisen Volumen vor, und Boué sagt von den colossalen Schiefer- und Kalksteinfragmenten, welche derselbe Granit anderwärts umschliesst: *ce sont des veritables rochers quelquefois enormes et enchevetrés dans le granite, ou théoriquement parlant, ce sont des portions soulevées et dechirées bizarrement par les colonnes granitoides ignées;* (*Ann. des sc. nat.* 1824, *p.* 407). — Am südlichen Ende des Luganer Sees bei Brinzio ist dem dortigen Granite nach Leopold v. Buch eine sehr ausgedehnte Glimmerschiefermasse wie eine Insel eingesenkt (*ibid. t.* 18, 1829, *p.* 264); und nach Russegger umschliesst der grobkörnige Granit des Sinai Einlagerungen von Chloritschiefer, welche bis zu 60 Fuss Mächtigkeit erlangen.

Die Bruchstücke finden sich von sehr verschiedenen Formen. Gewöhnlich sind sie unregelmässig-polyëdrisch und mehr oder weniger scharfkantig, bei schiefrigen Gesteinen oft platt, schollenförmig in der Richtung der Schieferung, bisweilen aber auch so abgesprengt, dass die Schieferung die breiten Seitenflächen der Schollen durchschneidet. Die plattenförmigen Fragmente erscheinen nicht selten gebogen, oder auch am Rande gestaucht und aufgeblättert, mitunter theilweise zerspalten und aus einander getrieben, mit einem keilförmigen, von Granit erfülltem Zwischenraume. Abgerundete Fragmente, oder Geschiebe und Gerölle, kommen im Allgemeinen seltener vor, und pflegen nur klein, faust- bis kopfgross zu sein, während die grossen und sehr grossen Bruchstücke fast immer kantig und eckig sind.

Ein interessantes Beispiel von flach schollenförmigen, quer auf die Schieferung losgesprengten Fragmenten beobachtete Oehlschlägel auf dem Stollen der Eisensteingrube Fröhliche Zusammenkunft bei Breitenbrunn. Dort setzt durch den Glimmerschiefer ein 7 F. mächtiger Granitgang, welcher mit vielen und grossen derartigen Schieferfragmenten erfüllt ist, und dessen Querschnitt sich auf dem genannten Stollen so darstellte, wie es die beistehende Figur zeigt.



*) Man verdankt die genauere Kenntniss dieser interessanten Schieferinseln den musterhaften geognostischen Untersuchungen des Bergmeister Oehlschlägel. Ob

Die Frage, ob abgerundete, also geschiebe- und geröllartige Bruchstücke im Granite vorkommen, ist oft discutirt worden, weil einige Geologen dergleichen rundliche Massen für Concretionen erklärten, während andere die fragmentare Natur derselben behaupten zu können glaubten. Obwohl nun in manchen Fällen wirkliche Concretionen irrigerweise für Gerölle gehalten worden sein mögen, so sind dennoch in einigen Fällen ganz unzweifelhafte abgerundete Bruchstücke beobachtet worden. Rozet sah bei Tholy in den Vogesen viele Gneissfragmente, unter denen sich wirkliche abgerollte Geschiebe befinden; (*Bull. de la soc. géol. III*, 131). Virlet d'Aoust machte aufmerksam darauf, dass in dem Granite der Normandie, welcher die Trottoirs für Paris liefert, neben den scharfkantigen Fragmenten auch öfters Geschiebe von schiefrigen Gesteinen vorkommen, und entkräftete die von Durocher und Rivière dagegen vorgebrachten Zweifel durch die Angabe, dass er sogar Geschiebe von Quarzit und Lydit gesehen habe, welche doch keine Concretionen sein könnten; (*Bull.* 2. *série*, *III*, 94, 276 und IV, 144). Cotta berichtet, dass die bei Langebrück unweit Dresden im Granite enthaltenen Gneiss- und Glimmerschieferfragmente meistentheils geschiebeartig abgerundet und fast kugelförmig sind; (Neues Jahrbuch für Min. 1848, 130). Nach Callery soll der Granit an der Ostspitze der Halbinsel Macao runde, faustgrosse Gerölle (*cailloux roulés*) eines schwarzen, sehr feinkörnigen Gesteins umschliessen, und Dubois de Montpéreux erwähnt, dass der grobkörnige Granit der Ukraine bei Sossenka, Zyvotof u. a. O. bald abgerundete, bald scharfkantige Fragmente eines anderen, feinkörnigen Granites enthält.

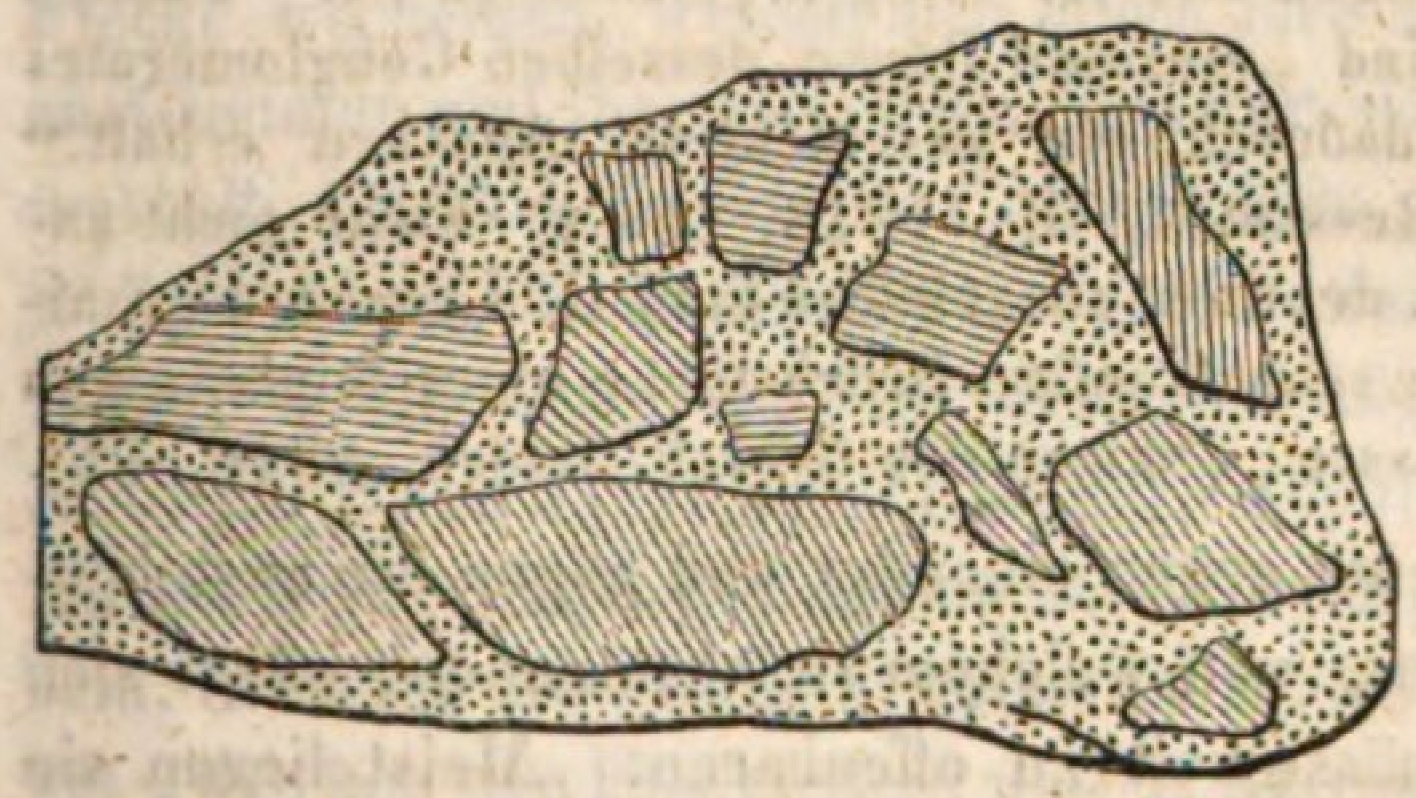
Dass Zippe einmal ein Quarzgeröll im Granite fand, diess ist bereits im ersten Bande S. 575 erwähnt worden. Paulus erzählt in seiner Orographie des Joachimsthaler Bergamtsdistrictes S. 40, dass er im Gebiete der Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, zwischen Lindig und Marklesgrün, Granitblöcke gefunden habe, welche zum Theil abgerundete Quarzgeschiebe von der Grösse einer Haselnuss enthielten; löst man dieselben aus dem Gesteine heraus, so hinterlassen sie vollkommene glattflächige Abdrücke.

Was das Vorkommen der Bruchstücke betrifft, so finden sie sich bald nur vereinzelt, bald zahlreich beisammen; ja zuweilen sind sie dermaassen angehäuft, dass sie sich gegenseitig fast berühren, und nur durch sehr wenig Granitmasse von einander abgesondert werden. In solchen Fällen entstehen förmliche Breccien und Conglomerate, deren Bindemittel von krystallinischem Granit gebildet wird. — Am häufigsten kommen sie in Granitgängen, so wie unmittelbar an der Gränze typhonischer Granitstöcke vor, während sie in der Mitte solcher Stöcke

jedoch die beiden zuletzt genannten Massen wirklich als losgesprengte Fragmente, und nicht richtiger als hervorragende Theile des Schiefergebirges zu betrachten sind, diess ist wohl noch nicht entschieden. Da die Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie weiter südlich den Schiefer in grosser Breite überlagert, so wäre es wohl möglich, dass bei Eibenstock dasselbe Verhältniss obwaltet; in welchem Falle das Hervortreten einzelner Schieferkämme recht wohl begreiflich sein würde.

und in den Granitdecken zu den seltneren Erscheinungen gehören, daher man auch in manchen Granitregionen auf grosse Distanzen nicht eine Spur von ihnen vorfindet.

Eine ganz ausserordentliche Anhäufung von scharfkantigen Gneissfragmenten, welche, in dichtem Gedränge regellos durch einander gestürzt, im Granite suspendirt sind, sah ich in Norwegen am Einank, einem prächtigen Granitfelsen, welcher zwischen Homme und Hommelund, an der Gränze des dortigen Granites und Gneisses aufragt. Die beistehende Figur stellt einen Theil dieser Felswand dar.



Man sieht scharfkantige Stücke eines schwärzlichen Gneisses von sehr verschiedener Grösse und Gestalt in einem hellfarbigen Granite dergestalt eingeschlossen, dass die Masse des letzteren die Stücke allseitig wie mit trennenden Scheidewänden umgiebt. Merkwürdig ist es, dass kurz oberhalb dieses Punctes der Granit aufhört, und Gneiss als die alleinige Gebirgsart eintritt, während von Valle her bis an den Einank ein schöner grobkörniger Granit herrschend ist.

Förmliche Reibungsbreccien, aus Granit- und Thonschieferfragmenten mit Granitcäment bestehend, sah Hoffmann bei Reizenstein und Oberklingensporn im Fichtelgebirge, wo kleine aus dem Thonschiefer hervorragende Granitmassen an ihrer Gränze von solcher Breccie umgeben sind; (Uebersicht der orogr. u. geogn. Verh. etc. S. 432). Ein Gegenstück hierzu erwähnt Boué aus dem Steinbruche der Serra de Pouzac in den Pyrenäen, wo eine grosse im Granit eingesenkte Glimmerschiefermasse von einer, aus Granit mit eingekäteten Schieferfragmenten bestehenden Schale, wie von einem Stockscheider, umgeben wird. Mit dem Namen Stockscheider bezeichnet der Bergmann in der Gegend von Geyer die meist grosskörnige, bisweilen aber auch feinkörnige Granitmasse, welche wie eine Schale den mittelkörnigen Granit des dortigen Stockwerkes ringsum vom Glimmerschiefer absondert; die feinkörnigen Partieen dieses Stockscheiders erscheinen oft durch Bruchstücke des Nebengesteins als wunderschöne Breccien.

Die von Charpentier unter dem Namen *granites brechiformes* beschriebenen Gesteine sind nach Alluaud wirkliche breccienartige Granite; sie bestehen nämlich aus einem grobkörnigen glimmerarmen Granite, in welchem zahlreiche, eckige und abgerundete Stücke eines sehr feinkörnigen, theils glimmerreichen, theils hornblendhaltigen Granites eingeschlossen sind; diese Gesteine finden sich in den Pyrenäen ziemlich häufig, besonders ausgezeichnet aber im Thale de Cauterets; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, *p.* 385). Hierher gehören wohl auch die conglomerartigen Granite der Ukraine, deren Dubois gedenkt, und die ähnlichen Gesteine, welche Lloyd aus Irland beschreibt, wo an der Kingstowner Eisenbahn unweit des Dorfes Blackrock der Granit als ein mehr oder weniger grossstückiges Conglomerat mit granitischem Bindemittel und von

grosser Festigkeit ausgebildet ist; auch bei Seapoint und bis nach Old-Dunbary sieht man Granit mit eingeschlossenen grossen Blöcken einer anderen Granit-Varietät; (Neues Jahrb. für Min. 1837, 689). Vielleicht sind die von Erman in den Gegenden des Baikalsee beobachteten Erscheinungen ebenfalls hierher zu rechnen; oberhalb Irkuzk, am Austritte der Angara und von dort aus 9 Meilen weit am Ufer des Sees steht eine merkwürdige Granitbildung in hohen senkrechten Wänden an; ein Conglomerat, aus ungeheuren Blöcken und kleineren Fragmenten von Granit nebst Porphyr- und Quarzgeröllen bestehend, in einem harten Cämente, welches mit den Bestandtheilen des Granites bis in das Feinste durchdrungen und oft völlig krystallinisch ist. Südlich vom Baikal, an der Selenga, sind „einzelne Bänke desselben Conglomerates dem Granite eingelagert, der dadurch ein geschichtetes Ansehen erhält." (Archiv für wissensch. Kunde Russlands, III, 1843, 154.) Zwar nicht anstehend, aber doch in Blöcken deutlich ausgebildet fand G. Leonhard granitische Breccien bei Schlierbach; scharfkantige Bruchstücke eines feinkörnigen Granites in granitischer Grundmasse; (Skizze des Grossh. Baden, 1846, 13).

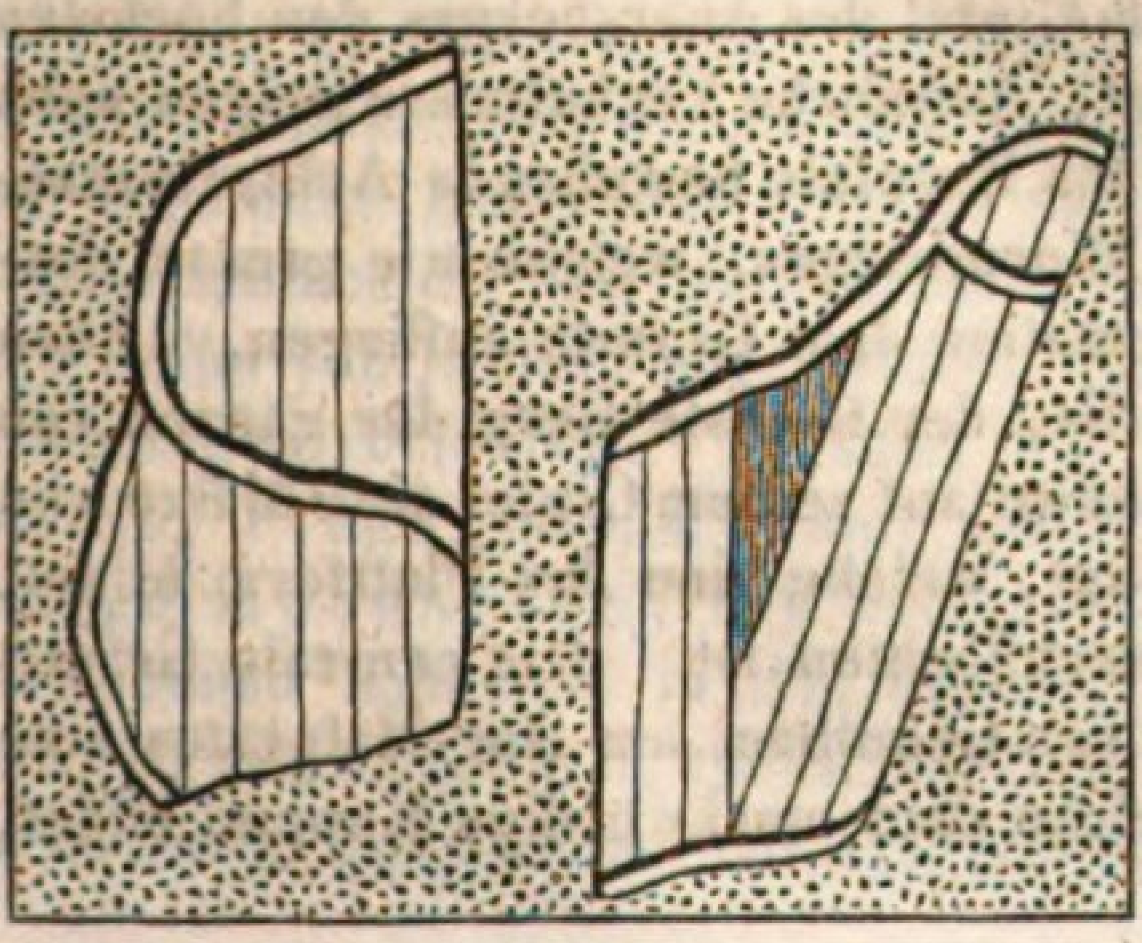
In der Lage der Fragmente gegen einander und gegen die anstehenden Massen desjenigen Gesteins, von welchem sie abstammen, pflegt sich gewöhnlich gar keine Regelmässigkeit zu offenbaren. Meist liegen sie regellos durch einander, so dass die Parallelstructur selbst in den benachbarten Fragmenten nach ganz verschiedenen Richtungen gewendet ist, wie es die beiden vorhergehenden Holzschnitte zeigen. Diess ist wohl auch ganz natürlich, wenn man bedenkt, dass die losgesprengten Stücke von einer zähflüssigen, bewegten Masse umschlossen waren, durch deren Bewegungen sie nicht nur von einander gerückt und in die verschiedensten Lagen gebracht, sondern auch mehr oder weniger weit fortgeschleppt werden mussten. Indessen kommt es auch bisweilen vor, dass die abgesprengten Fragmente noch einen auffallenden Parallelismus ihrer Structurflächen zu einander, oder auch zu den Structurflächen des anstehenden Gesteins besitzen. Besonders pflegt diess dann der Fall zu sein, wenn die Fragmente als flache und dünne, schollenförmige oder plattenförmige Massen ausgebildet sind.

So sah Hitchcock bei Chesterfield eine Menge Glimmerschieferschollen von $\frac{1}{2}$ bis 6 Zoll Dicke, welche in einer, dem äusseren Glimmerschiefer völlig parallelen Lage vom Granite umschlossen sind. Darwin beobachtete dieselbe Erscheinung an vielen schmalen Schieferfragmenten im Granite des Vorgebirges der guten Hoffnung. Dass übrigens diese regelmässige Lage keinesweges dazu berechtigt, dergleichen Fragmente für etwas Anderes, und insbesondere für gleichzeitige Concretionsbildungen zu erklären, diess ist bereits im ersten Bande S. 963 bemerkt worden. Auch findet sich die Erscheinung mitunter bei unregelmässig polyëdrischen Fragmenten, wie denn z. B. nach Charpentier die oben erwähnten colossalen Gneissfragmente in dem Granite der Pyrenäen gewöhnlich durchaus nicht wild durch einander gestürzt, sondern so gelagert sein sollen, dass ihre Structurflächen einander parallel sind;

(*la direction et l'inclinaison des feuillets sont les mêmes dans toutes ces parties isolées. Essai etc. p.* 141).

Die Verbindung dieser Fragmente mit dem sie einschliessenden Granite ist gewöhnlich ausserordentlich fest, so lange sich nämlich beide Gesteine noch im frischen und unzersetzten Zustande befinden. Die Bruchstücke sind in ihren Rändern mit dem Granite verwachsen, ja oftmals so innig verschmolzen und verflösst, dass ihre Contoure nicht sonderlich scharf hervortreten, und dass sie im frischen Bruche fast nur wie Flecke erscheinen, welche sich durch ihre dunkle Farbe, ihren Reichthum an Glimmer und ihre schiefrige Structur von dem Granite unterscheiden; weshalb sie auch leicht für Concretionen gehalten werden können. Bisweilen zeigen sie die Merkwürdigkeit, dass der sie unmittelbar berührende Granit eine, von dem weiterhin folgenden Gesteine sehr abweichende Beschaffenheit besitzt, wodurch ihre Begränzung recht auffallend wird; es pflegt dann meist ein weit grobkörnigerer Granit zu sein, welcher die Blöcke ringsum oder stellenweise umsäumt. Selten findet zwischen den Fragmenten und dem Granite eine förmliche Ablosung (*une solution de continuité*) Statt, wie solches nach Rozet bei Tholy in den Vogesen bisweilen vorkommen soll.

Die so eben erwähnte Erscheinung, dass die Fragmente zuweilen von einem sehr grobkörnigen Granite eingefasst werden, beweist offenbar, dass sie auf die Krystallisation des erstarrenden Granites einen Einfluss ausgeübt haben müssen. Sie kommt an den grösseren Glimmerschieferblöcken im Granite der Greifensteine vor, welche mitunter auf der einen Seite durch ein grosskörniges Aggregat von Feldspath und Quarz vom gewöhnlichen Granite abgesondert werden. Dort wurde sie zuerst von Mohs beobachtet und sehr sinnreich mit dem Stockscheider des Geyerschen Stockwerksgranites verglichen; (v. Molls Annalen, Bd. III, S. 340). Eine ähnliche frühere Beobachtung rührt von Freiesleben her, welcher bei Ehrenberg Granitblöcke mit eingeschlossenen Granulitfragmenten sah, um welche der sonst feinkörnige Granit ein weit gröberes Korn besass; (v. Molls Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, IV, 84). Bonnard giebt sogar an, dass die Fragmente der Greifensteine von einer dünnen Quarzzone umgeben seien.



Im Justethale in Norwegen beobachtete ich ein interessantes Seitenstück zu dem Greifensteiner Vorkommen. Vom Gehöfte Hornberg aufwärts steht dort ein meist kleinkörniger Granit an, welcher weithin eine grosse Menge regellos gestalteter, fragmentähnlicher Gneisspartieen umschliesst. Diese Gneissklötze, deren Structurflächen meist ziemlich genau dieselbe Richtung behaupten, werden sehr häufig von einem grosskörnigen

Gemeng aus weissem Feldspath und graulichweissem Quarz eingefasst, welches auch vielfach sie selbst und den Granit in mehr oder weniger mächtigen Trümern durchzieht. Die vorstehende Figur giebt das Bild zweier solcher Gneiss-Einschlüsse mit dem sie theilweise einfassenden und durchsetzenden Gesteine.

Hinsichtlich ihrer Gesteinsbeschaffenheit zeigen die Fragmente ein sehr verschiedenes Verhalten. Bisweilen erscheinen sie, selbst bei kleineren Dimensionen, so unverändert, wie dasjenige äussere Gestein, von welchem sie abstammen; oft aber sind sie mehr oder weniger umgewandelt oder umkrystallisirt, so dass z. B. der Thonschiefer zu Glimmerschiefer, und dieser zu gneissähnlichem Gesteine geworden ist, während es in anderen Fällen schwierig ist, diese umgewandelten Einschlüsse auf irgend eine bestimmte von den gewöhnlichen Gesteinsarten zu beziehen. Wo grosse und kleine Fragmente durch einander vorkommen, da zeigen sich oft die ersteren ziemlich unverändert, während die letzteren stark umgewandelt sind; doch haben auch colossale Fragmente mitunter durchaus eine auffallende Metamorphose erlitten.

Die im Granite der Greifensteine eingeschlossenen Fragmente sind zoll- bis lachtergross und darüber; die grösseren haben eine mit dem benachbarten Glimmerschiefer fast ganz übereinstimmende Beschaffenheit, während die kleineren Fragmente mehr gneissartig erscheinen.

Was endlich die Lagerungsweise der bisher betrachteten Fragmente betrifft, so entspricht solche in der Regel der abgeschlossenen Lagerung, d. h. die Fragmente sind ringsum vom Granite umschlossen. Von den kleineren und mittelgrossen Bruchstücken gilt diess in allen Fällen, weshalb solche auch erst durch natürliche oder künstliche Entblösungen sichtbar geworden sind. Die sehr grossen Bruchstücke aber, welche hunderte und tausende von Fussen im Durchmesser haben, erscheinen auch bisweilen dem Granite nur oberflächlich aufgesetzt oder doch nur theilweise eingesenkt, so dass sie nach oben gleichsam wie Inseln aus dem Granitlande hervorragen.

Diess ist z. B. der Fall mit den oben erwähnten grossen Schieferinseln der Gegend von Eibenstock, deren eine im Gipfel des Auersberges den höchsten Punct des ganzen dortigen Gebirges bildet. Aehnliche Verhältnisse zeigen nach Hoffmann und Hausmann am Harze die aus Hornfels bestehende Achtermannshöhe und die Kieselschieferkuppe des Wormberges, welche wie grosse, losgesprengte Schollen der Uebergangsformation dem Granite aufliegen. Eben so berichtet Weawer, dass der Lugnaquilla, der höchste Berg der ganzen von Dublin nach Waterford laufenden Granitkette auf seinem Gipfel eine Mütze von Glimmerschiefer (*a cap of micaslate*) trägt, welche eine Art Plattform bildet, und von aufsteigenden Granitgängen durchflochten ist. Die centrale Granitmasse der Cevennen trägt, nordwestlich von Génolhac, am Roc-Malpertus eine grosse Scholle des Schiefergebirges, welche drei merkwürdige Kuppen bildet,

deren höchste 1621 Meter aufragt. Nach Forbes liegt in der Whitsand-Bay unweit Landsend eine isolirte Partie schiefrigen Gesteins auf dem Granite, welcher sie nach allen Richtungen in Gängen und Adern durchzieht. Man war sonst der Ansicht, dass das auf Granit ruhende Sandsteinplateau des Tafelberges am Cap gleichfalls ein grosses, vom Granite aufwärts gedrängtes Gebirgsstück sei; es hat jedoch Darwin gezeigt, dass dieser Sandstein erst später auf dem Granite abgelagert worden ist.

Ausser den Fragmenten von Silicatgesteinen haben wir aber auch noch die im Granite vorkommenden Einschlüsse von grösseren Kalksteinmassen in Betrachtung zu ziehen. Sie gehören zu den seltenen, aber äusserst interessanten Vorkommnissen, und erscheinen theils als unregelmässige klotz- und stockförmige Massen, theils als ziemlich regelmässige Parallelmassen von höchst krystallinischem körnigen Kalkstein, in welchem letzteren Falle sie gewöhnlich als Gänge oder Lager aufgeführt und wohl als Belege für die eruptive Entstehung der betreffenden Kalksteine betrachtet worden sind. Sollte die fernere Untersuchung dieser sogenannten Kalksteingänge in ihren geotektonischen Verhältnissen entschiedene Beweise ihrer eruptiven Natur erkennen lassen, so würden wir uns auch zur Annahme eruptiver Kalksteine entschliessen müssen; (S. 94). Einstweilen aber glauben wir, sie noch als losgesprengte, in den Granit eingeknätete und metamorphosirte Fragmente von Kalkstein-Ablagerungen betrachten zu dürfen, welche von dem granitischen Materiale bei seiner Eruption durchbrochen worden sind.

Charpentier hob schon in seinem vortrefflichen Werke über die Pyrenäen das Vorkommen von Kalklagern als eine der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten der Pyrenäischen Granite hervor. Man kennt sie dort an mehren Orten, wie z. B. am Port d'Oo, im Thale von Cinca, im Thale von Barèges, und in den Bergen des ehemaligen Labourd; indessen scheinen sie doch mehr an der Gränze, als wirklich innerhalb des Granites aufzutreten, und die neueren Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die meisten derselben als solche secundäre Kalksteine zu betrachten sind, welche durch den Einfluss des Granites metamorphosirt wurden.

Höchst merkwürdige Thatsachen sind es, welche aus dem Staate New-York über das Vorkommen von Kalkstein in Granit durch Emmons berichtet wurden; Thatsachen, welche dem Berichterstatter die Ueberzeugung aufdrängten, dass diese Kalksteine eruptive und pyrogene Gebilde seien. Er theilt zur Veranschaulichung der geotektonischen Verhältnisse dieser Kalksteingebilde eine Reihe von Bildern mit, welche uns allerdings ganz ausserordentliche Erscheinungen vorführen. Da sieht man theils kleine, ganz unregelmässig contourirte, ringsum vom Granit umschlossene Kalksteinstöcke, theils keilförmige Apophysen, mit welchen der unter dem Syenite oder Granite anstehenden Kalkstein in das überliegende Gestein eindringt, wie bei Halesborough und Lyndhurst, theils einfache, parallele und regelmässige, oder auch verzweigte, gewundene und unregelmässige Kalksteingänge, wie bei Gou-

verneur, endlich auch Kalkstein **l a g e r**, welche scharfkantige Bruchstücke verschiedener primitiver Gesteine umschliessen. Im Contacte sind der Granit und der Kalkstein meist scharf getrennt, bisweilen aber sehr innig mit einander gemengt und verflösst. Alle diese Erscheinungen, sowie das beständige Vorkommen von Graphit im Kalksteine betrachtet Emmons als Beweise seiner eruptiven und pyrogenen Entstehung, zu deren Bekräftigung er noch die interessante Beobachtung mittheilt, dass in Rossie ein im Gneisse aufsetzender Kalksteingang die mit ihm in Berührung gekommenen Quarzkrystalle abgerundet und theilweise abgeschmolzen habe. Wenn die Granitadern als ein Beweis der eruptiven und intrusiven Natur des Granites gelten, so sei diess auch von den Kalksteinadern anzunehmen. *An inference, which is legitimate in o n e instance, must be so in a n o t h e r, where the f a c t s are the s a m e; and if geologists are right in maintaining the igneous origin of granite, i do not see, how they can refuse to admit limestone a member of the igneous family.* (*Report on the geol. Survey of the State of New-York, I*, 1838, *p.* 198 ff.)

Emilien Dumas interpretirt eben so die Kalkstein-Vorkommnisse im Granite der Cevennen, welche er als Gänge von eruptivem Kalkstein beschreibt. Ihr Gestein ist schön weiss und krystallinisch körnig, und bildet fast verticale Parallelmassen von 2 bis 10 Meter Mächtigkeit, dergleichen etwa fünf in der Gegend von le Vigan, und eine bei Cabrillac vorkommen. Dieser letztere Gang, welcher sich auf zwei Kilometer weit erstreckt, hält Quarz, Blende, Bleiglanz und Bleicarbonat, lässt unweit Cabrillac eine regelmässige Schichtung erkennen, und wird aufwärts vom Granite a b g e s c h n i t t e n, weshalb an eine Bildung von oben nach unten nicht zu denken ist; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série, III*, 1846, 573).

Wenn schon d i e s e angeblichen Gänge wohl richtiger als grosse Fragmente eines Kalksteinlagers zu betrachten sein dürften, so gilt diess noch weit mehr von jenen sogenannten Kalksteingängen, welche Clarke am Wollondilly in Argyle-County in Neu-Südwales beobachtete. Dort setzt im grobkörnigen Syenitgranit ein 47 yards mächtiger und 50° in SW. fallender Gang auf, welcher aus abwechselnden Lagen von Quarzit und von Marmor besteht; nachdem er bis in das Flussbett herabgestiegen ist, biegt er sich rasch aufwärts, und steigt wiederum als ein zweiter Gang in den Granit hinein. Clarke erwähnt noch ein paar andere Fälle der Art, welche aber eben so wenig überzeugend sind; denn jenes 140 Fuss mächtige System von Quarzit- und Marmorschichten kann offenbar nur als das colossale Fragment eines vom Granite durchbrochenen geschichteten Gebirgsgliedes gedeutet werden; (*Quaterly Journ. of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 342).

§. 304. *Zersetzung, Berg- und Felsformen des Granites.*

Der Granit erleidet im Laufe der Zeiten besonders z w e i Arten der Zerstörung; die eine erscheint fast nur als eine A u f l o c k e r u n g des Zusammenhanges seiner Bestandtheile, wodurch Granitgrus und Granitsand gebildet wird, dessen Feldspathkörner noch oft ein sehr frisches und

unzersetztes Ansehen besitzen. Die andere Art der Zerstörung beruht auf einer vollständigen chemischen Zersetzung der feldspathigen Bestandtheile zu Kaolin und Thon.

Die erste Art der Zerstörung, welche als eine blose Zerwitterung des Granites erscheint, kommt ausserordentlich häufig vor, und ist zumal in alten Steinbrüchen und Hohlwegen, in Schrunden und Schluchten, so wie an entblösten Felswänden und freistehenden Felsen zu beobachten. Gewöhnlich ergreift sie das Gestein nicht gleichmässig in seiner ganzen Ausdehnung, sondern vorzugsweise an einzelnen Stellen und Streifen, indem gar häufig leichter und schwerer zerstörbare Gesteinspartieen durch einander vorkommen, welche sich im frischen Zustande durch kein besonderes Merkmal unterscheiden. Daher dringt denn diese Zerstörung oft nur einige Linien oder Zoll, oft aber auch mehre Lachter weit ein; ja, in der Nähe mancher Erzgänge (wie z. B. der Eisenerzgänge des oberen Erzgebirges) ist sie bisweilen bis auf 10 Lachter weit zu verfolgen. Sie beginnt zunächst an der Oberfläche und an den Wänden aller Klüfte, von wo aus sie einwärts fortschreitet, und dann die im ersten Bande S. 758 geschilderte schalige Exfoliation hervorbringt.

Die Formen und Producte dieser Exfoliation werden wesentlich durch die Zerklüftungs- und Absonderungsformen des Gesteins bedingt, welche auch gewöhnlich durch sie erst recht sichtbar gemacht werden. Sind es horizontale Bänke, so werden solche zu matrazen- und wollsackähnlichen Gestalten abgerundet; sind es Pfeiler oder Quadern, so entstehen säulenförmige oder sphäroidische Formen; sind es unregelmässig polyëdrische Absonderungsstücke, so löst sich das Gestein von dem netzartig hindurchsetzenden Kluftsysteme aus zu kleineren und grösseren Sphäroiden und rundlichen Blöcken auf, welche, wie überhaupt alle diese Formen, durch krummflächige grusige Schalen von einander abgesondert werden, deren Zusammenhang so gering ist, dass sie unter dem Hammer zerbröckeln. Endlich zerfällt das Gestein grösstentheils zu Grus und Sand, aus welchen die noch unzersetzten festeren Theile mit rundlichen Formen hervorragen.

Der so gebildete Granitgrus und Granitsand ist es, den die Bewohner des Harzes Haidesand, die Bewohner Centralfrankreichs *arène* nennen, so wie auch diese sandartige Zerwitterung des Granites den Namen Sandgänge veranlasst haben mag, mit welchem die Granitgänge des oberen Erzgebirges vom dasigen Bergmanne belegt werden. In den Bergen der Bourgogne, des Limousin und Perigord bildet dieser Granitsand oft sehr mächtige oberflächliche Ablagerungen und liefert ein treffliches Material zu hydraulischem Mörtel. Wenn dergleichen Grus oder Sand durch ein infiltrirtes Cäment verkittet worden und zu einiger Consistenz gelangt ist, so bildet er den sogenannten regenerirten Granit.

Die ganze Erscheinung verweist uns übrigens darauf, dass auch in einem völlig homogen erscheinenden Granite gewisse latente Differenzen bestehen müssen, welche um einzelne Centra, Axen oder Flächen vertheilt sind, und

für die um diese Centra und Axen liegenden Kerne einen geringeren Grad der Verwitterlichkeit bedingen, als für ihre Umgebung. Besteht eine, von zwei steilen Parallelklüften eingeschlossene Granitmasse aus einer leichter verwitternden Varietät, als der zu beiden Seiten anstehende Granit, so kann sie in Folge der Verwitterung täuschend das Ansehen eines Ganges erhalten, ohne doch ein solcher zu sein.

Eine nothwendige Folge dieser Zerwitterung ist es, dass die Gipfel der meisten Granitberge mit grossen, mehr oder weniger abgerundeten Granitblöcken bedeckt sind, welche, oft zu Tausenden regellos über einander gestürzt, ein Haufwerk von Felstrümmern bilden, dessen Grossartigkeit und wilde Unordnung einen erstaunlichen und fast erschreckenden Eindruck macht. Das sind die sogenannten Felsenmeere oder Teufelsmühlen, wie sie fast aus allen Granitgebirgen bekannt sind. Indem nämlich die zu Grus und Sand zerwitterten Theile im Laufe der Jahrtausende durch Regen oder fliessendes Wasser fortgeschwemmt wurden, so mussten sich die festeren noch unzerstörten Massen, ihrer Zwischenmittel beraubt, senken und unmittelbar auf einander setzen, wobei sie in sehr verschiedene und mitunter in höchst verwegene Stellungen geriethen. Denn bisweilen sieht man diese gigantischen Blöcke in einer solchen Lage hingestürzt, dass man kaum begreift, wie ihr Schwerpunct noch unterstützt sein kann, und jeden Augenblick ihren Umsturz befürchten möchte. Ja, hier und da kommen sogar Wackelsteine oder Schaukelsteine (*rocking-stones, rocs-branlants*) vor, welche auf ihrer Unterlage wie auf einem Hypomochlion dergestalt aufruhen, dass sie durch das Gewicht eines Menschen oder auch durch den Ruck eines starken Armes in schwankende Bewegung versetzt werden können.

Solche Felsenmeere beschrieb Freiesleben vom Rehberge am Harze; sie finden sich an vielen Orten des Brockengebirges, und bilden durch ihre Gruppirung oft sehr auffallende Gestalten, wie z. B. den Hexenaltar, die Hexenkanzel, u. s. w.*) L. v. Buch gedenkt ihrer vom Riesengebirge, auf dessen Kamme ungeheuere Anhäufungen von gerundeten Granitblöcken liegen, zwischen denen bisweilen Höhlen und unterirdische Gänge hinlaufen, während Thürme und Pyramiden dazwischen herausragen; die grosse Sturmhaube ist völlig mit solchen Blöcken bedeckt und daher sehr mühsam zu ersteigen, und zwischen den Elbquellen und den Schneegruben sieht man weite Flächen mit ihnen

*) Schröder wollte sogar den Namen des Brockens vom Einsturze seines Gipfels ableiten; „er ist gebrochen, in der Landessprache brocken, und so ist denn die Hauptgeschichte des Berges in seinem Namen der Nachwelt hinterlassen worden.“ Eine andere Etymologie gab Leibniz in seiner Protogaea, §. VII: *Accolae Bructerum vocant, vulgo Brocken; Broeck enim Saxonibus terra est humida et in paludem vergens; quale solum hujus montis.*

besäet, wahre Felder von Granitblöcken. „Diese sonderbaren Felder, ein Bild der Verwüstung, sind eindringende Beweise der schnell erfolgenden Abnahme dieses Gebirges. Wie viel höher mussten die Kuppen und Berge nicht sein, welche diese Millionen Blöcke noch im cohärirenden festen Zustande enthielten!“ (Geognost. Beobb. auf Reisen durch Deutschland und Italien, I, 18 f.) — Längst bekannt und oft beschrieben sind die ähnlichen Erscheinungen im Fichtelgebirge, wo namentlich das bei dem Alexandersbade liegende höchst imposante Felsenmeer der Luisenburg (sonst Luxburg) die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Ganz ungeheuere Granitmassen, sagt Nöggerath, manchfaltig geformt, meist an den Ecken und Kanten stark abgerundet, daher oft Wollsäcken ähnlich, sind bald in grosser Zahl aufeinander gethürmt, bald wild unter einander geworfen, oft in den gefährlichsten Stellungen, das Uebergewicht ihres Schwerpunctes androhend, unter den verschiedensten Winkeln an einander gelehnt, und bilden so steile Wände, aufgethürmte Zusammenhäufungen, enge Schluchten, kühle Grotten, dunkle Gänge und eingeschlossene Räume; (Ausflug nach Böhmen, 1838, S. 59). Und so sind dergleichen Blockablagerungen eine in den meisten Granitgebirgen bekannte Erscheinung. Sogar in dem Naundorfer Granitdistricte bei Freiberg ist fast jede Kuppe mit einer kleinen Blockablagerung gekrönt.

Die E r k l ä r u n g dieser granitischen Felsenmeere ist auf verschiedene Weise versucht worden. Zuerst dachte man an Strömungen und Fluthen. De Luc nahm Erdbeben und vulcanische Explosionen zu Hilfe, durch welche die Granitberge zersprengt worden seien. Bisweilen sind sie auch für erratische Blöcke gehalten worden, wie z. B. noch von Callery die z. Th. kugelrunden, 15—30 F. grossen Granitblöcke, welche den Granitbergen der Halbinsel Macao in ungeheurer Menge aufgestürzt sind. Beroldingen, welcher sich ausführlich mit diesen Blöcken beschäftigte, erklärte sie als ein mittelbares Product der Zersetzung des Gesteins, so wie es oben geschehen ist. Dieser Ansicht schlossen sich Freiesleben, Keferstein, v. Göthe, Nöggerath und früher Leopold v. Buch (a. a. O. S. 19) an, wie sie denn auch von vielen anderen Geologen für richtig erkannt wird. In der Folge hat jedoch v. Buch die Erscheinung mit der E r h e b u n g oder auch mit der E r u p t i o n der Granite in einen ursachlichen Zusammenhang zu bringen gesucht, indem er erst die Vermuthung aufstellte, „dass sich diese Blöcke bei der Erhebung des Granites durch Reibung der Ränder von der festen Masse losgetrennt haben“ (Leonh. Min. Taschenb. 1824, 496), später aber sie für Resultate der Zerberstung, „für eine Folge der Zusammenziehung, daher Zertheilung der erkaltenden Oberfläche“ der Granitkuppeln erklärte; (Poggend. Ann. Bd. 58, 289 f.). Dagegen scheinen sich Castel, v. Leonhard (Lehrb. der Geogn. 2. Aufl. 633) und in gewisser Hinsicht auch Fromherz und Cotta mehr zu der Ansicht von De Luc zu neigen; Cotta hebt es hervor, dass alle Blöcke der Luisenburg noch kantig und eckig sind, eine plattenförmige Gestalt besitzen, und stellenweise reihenförmig nach einer Richtung liegen, was wohl nur durch Erdbeben zu erklären sein dürfte; (Neues Jahrb. für Min. 1843, 174). Auch H e i m erklärte das Felsenmeer am Gebirgsteine (oder Gerbersteine) im Thüringer Walde für das Resultat einer durch plutonische Kräfte bewirkten Zerrüttung; (Thür. Wald, II, 1, 39).

Die **Kaolinisirung** der Granite, von welcher bereits im ersten Bande S. 762 f. die Rede gewesen ist, kommt zwar in sehr vielen Granitregionen vor; doch scheint es, dass nur gewisse Granitvarietäten dieser eigenthümlichen Zersetzung unterworfen sind.

So ist z. B. die Kaolinlagerstätte am Lumbache bei Aue in Sachsen nichts Anderes, als eine Schale sehr grosskörnigen Granites, welche eine, unter dem Glimmerschiefer untergreifend gelagerte Kuppe von kleinkörnigem Granit nach Art eines Stockscheiders (S. 225) umgiebt, und dessen Feldspath sich in einem mehr oder weniger aufgelösten Zustande befindet; man kann die, zum Theil fussgrossen Feldspathmassen durch alle Stadien der Zerstörung verfolgen und in allen Abstufungen des Zustandes, vom noch spaltbaren Individuo bis zur feinsten erdigen Kaolinmasse beobachten. — Auch in Cornwall ist es nach Boase der von ihm so genannte Protogin, d. h. ein aus Feldspath, Quarz und Talk bestehender Granit, welcher die bedeutenden Kaolinbildungen von St. Stephens und St. Austell bedingt, weshalb auch Boase vermuthet, dass sich der Feldspath dieses Granites eben so von dem Feldspathe der übrigen dortigen Granite unterscheiden möge, wie sich sein Talk vom Glimmer unterscheidet. Der kaolinbildende Granit wird von anderem, festen Granite eingeschlossen, von schörlführenden Quarzgängen durchsetzt, und lässt es in den Steinbrüchen, welche zur Gewinnung des *chinastone* (oder halb zersetzten Feldspathes) angelegt worden sind, deutlich beobachten, wie dieser allmälig in *chinaclay* oder Porcellanthon übergeht. Nach De la Beche erreicht die jährliche Production von Kaolin und Feldspath in Cornwall und Devonshire einen Werth von 43,000 Pfund Sterling.

Auch das bekannte Kaolin-Vorkommen von St. Yrieix, bei Limoges in Frankreich, ist auf eine ganz besondere Granitvarietät zu beziehen, welche unter sehr merkwürdigen Verhältnissen auftritt, die von Al. Brongniart ausführlich beschrieben worden sind. Der dasige Gneiss umschliesst nämlich eine Ablagerung von Dioritschiefer, innerhalb welcher regellose Gänge und Stöcke eines fast nur aus Feldspath und Quarz bestehenden Granites aufsetzen, durch dessen Zersetzung der Kaolin gebildet wird. Ueberhaupt glaubt Brongniart, dass es die Pegmatite sind, welche unter allen Graniten den vorzüglichsten Kaolin liefern; (*Archives du Museum d'hist. nat. I*, 1839, 235).

Beachtenswerth, und auch von Brongniart hervorgehoben, ist die Einwirkung der Eisenerzgänge auf die Kaolinbildung, indem nicht selten der Granit zu beiden Seiten solcher Gänge mehr oder weniger weit kaolinisirt erscheint; was sich auch in Sachsen bei der Lagerstätte von Aue, die von zwei dergleichen Gängen berührt wird, und an einem Gange bei Sosa auf eine höchst merkwürdige Weise bestätigt. Tritt viel Wasser zu dem so zerstörten Gesteine, so entsteht, was der Sächsische Bergmann eine Guhr nennt, d. h. eine breiartige Masse, oft so flüssig wie Bierhefen.

Die **Reliefformen** der Granit-Ablagerungen stehen in einem genauen Zusammenhange mit den so eben betrachteten Zersetzungs-Verhältnissen des Gesteins; namentlich gilt diess von den Detailformen, wie solche in Felswänden, Kuppen und einzeln aufragenden Felsen zur

Ausbildung gelangt sind. Die allgemeine Form der ausgedehnteren Granitregionen ist meist die eines bergigen oder hügeligen Landes, mit ziemlich sanft gewölbten Kuppen und mehr oder weniger tief eingeschnittenen Thälern. Die Gipfel aller Berge und Hügel pflegen mit Felsblöcken bedeckt zu sein, während das Land auch ausserdem oft steinig und sandig, oder mit Torfmooren bedeckt ist. Allein mitten in solchen Granitregionen ragen hier und da, bald isolirt bald gruppirt, kleine Felsen auf, welche die wunderbarsten und abenteuerlichsten Formen zeigen, so wie auch in den Thälern oder an den Meeresküsten schroffe, senkrechte Felswände und seltsame Erosionsformen, als Canäle, Hohlkehlen, Nischen, Riesentöpfe u. s. w. vorkommen. — Uebrigens giebt es manche höhere Granitgebirge, welche mit schroffen zackigen Gipfeln, mit spitz pyramidalen und nadelförmigen Felshörnern gen Himmel ragen, und eine Scenerie entfalten, wie man sie in den meisten Granitregionen vergeblich suchen würde.

So bildet nach Charpentier der Granit in den Pyrenäen nicht nur sanft gewölbte, mit Blöcken übersäete Berge, sondern auch Felshörner und wahre Aiguillen. Ganz besonders ausgezeichnet durch seine zackigen Felshörner ist der Granit des Sinaigebirges in Arabien; Russegger hat ein kleines Contourbild von dieser merkwürdigen Gebirgskette mitgetheilt, dessen eine Hälfte die beistehende Figur wiedergiebt, aus welcher jene höcht auffallende Gestaltung hinreichend ersichtlich ist.



Wellsted sagt, der Sinai bilde scharfe, isolirte, conische, durch schroffe Schluchten und Spalten getrennte Piks; Alles sei öde; kein Dorf, kein Schloss belebe die Scene; kein Wald, kein See, kein Wasserfall unterbreche die Monotonie und Stille des ganzen Bildes; es sei eine ungeheuere, grau, braun oder schwarz gefärbte Felsenwildniss; (*Travels in Arabia*, *II*, 97). Wenn der Gneissgranit der Lofoten in Norwegen (S. 182) vielleicht mit demselben Rechte in das Gebiet der Granitformationen gezogen werden kann, so würde er in Betreff der Felsbildung des Granites als ein würdiger Pendant des Sinai zu betrachten sein. „Wunderbar gestaltete Felscolosse, sagt Russegger, tausendzackig und zerrissen, zahllose Hörner und Zinken, meist hoch über die Schneegränze emporragend, zum Theil bedeckt mit Gletschern und ewigen Schneefeldern, standen sie um uns, diese Nordlandsberge, als mächtige Säulen jenes Riesentempels, in welchem sich die Natur in ihrer Grösse auch jenseits des Polarkreises dem Menschen offenbart;“ (Reisen in Europa, Asien und Africa, IV, 588).

Was die kleineren isolirten Felsen anlangt, so besitzen wir in Sachsen ein ausgezeichnetes Beispiel in den Greifensteinen bei Geyer, deren Gestalt und Structur so grottesk und abenteuerlich ist, dass der ehemals unter den Bewohnern der Umgegend vorkommende Glaube, es seien Trümmer eines verwünschten Schlosses, nicht befremden kann. Sie erscheinen wie aus über

einander geschichteten Wollsäcken oder Matrazen aufgethürmt, was man sonst wohl für Schichtung hielt, wogegen sich aber schon Mohs sehr entschieden aussprach. Auch in der Lausitz bei Königshain finden sich so merkwürdig gestaltete Granitberge, dass Grosser sie für mühsam und künstlich aufgerichtete Monumente erklärte; noch wunderbarer erscheint der südlich von Elstra liegende Hochstein. Am Harze sind ähnliche Formen bekannt; so der Ilsenstein bei Ilsenburg, die Schnarcher zwischen Schierke und Elend, die Feuersteinsklippen südwestlich von der Heinrichshöhe. — Berühmt sind auch die Felsgestalten in mehren Granitdistricten von Cornwall und Devonshire. Im Landsend-Districte steht nach Forbes der Granit auf jedem Hügel in höchst phantastischen Formen an, welche unter dem Namen von Tors und Carns bekannt sind, und die Aufmerksamkeit der Geologen und Antiquare in Anspruch genommen haben. Auch der St. Michaelsberg bietet eine der merkwürdigsten und schönsten Scenerien dar. Boase deutet darauf hin, dass diese seltsamen Felsgestalten des Cornwaller Granites von Borlase u. A. für *rock idols* und *sacrificial basins* der Druiden erklärt worden seien, meint jedoch, bei diesen Sculpturen habe der Zahn der Zeit den Meisel, und die Natur den Künstler abgegeben.

Nirgends aber scheinen dergleichen granitische Felsbildungen in auffallenderen Formen ausgenagt zu sein, als in einigen Gegenden Sibiriens, von wo sie schon früher durch Pallas, Renovanz und Ledebour, so wie später durch G. Rose und v. Humboldt beschrieben worden sind. Am Kolywanschen See, drei Werst von Sauschkina, der letzten Station vor Schlangenberg, erheben sich ganz plötzlich aus der Ebene der Steppe die seltsam gestalteten Granitfelsen, welche den See umgeben. Sie bestehen aus über einander liegenden, meist horizontalen Platten von 3 Zoll bis 3 Fuss Stärke, und erscheinen aus der Ferne wie die Ruinen alter Burgen*). In den Narymschen Bergen bei Krasnojarsk bildet der Granit ganz ähnliche Felsen, die wie Thürme und Mauern über ihre Umgebung hervorragen; (Rose, Reise nach dem Ural, I, 523 und 599). Pallas berichtet, dass die Granitfelsen von Adontschelon in Daurien Ruinen, Portale, Grotten, über einander gestürzte Platten, kleine Zackengipfel und viele andere seltsame Gestalten bilden, so dass man von

*) Ledebour gab von diesen thurmähnlichen Felsen am Kolywanschen See ein schönes Bild auf Taf. V seiner in den Jahren 1829 und 1830 erschienenen Reise durch das Altaigebirge. Humboldt sagt: „wenn man aus der Steppe von Platowsk zu den felsigen Ufern des Kolywanschen Sees aufsteigt, so wird man von diesen Granit-Eruptionen, welche auf einem Raume von mehren Quadratmeilen aus einem ganz ebenen Boden hervortreten, überrascht. Bald liegen die Felsen in geraden Reihen hinter einander, bald zerstreut in der Ebene, und dabei besitzen sie die sonderbarsten Gestalten: hier sieht man schmale Mauern, dort kleine Thürme oder Polygone. Die niedrigsten Mauern ähneln Tribünen, Sesseln oder Grabdenkmalen. Manche haben eine Höhe von 400 bis 500 Fuss, andere erreichen kaum 7 bis 8 Fuss. — Andere, noch ungewöhnlichere Formen zeigen die Granitfelsen, welche sich längs des südlichen Altai-Abhanges, zwischen Buchtarminsk, dem Narym und dem chinesischen Posten Baty erheben. Es sind Glocken, plattgedrückte Halbkugeln oder Kegel, die mitten in der Ebene des oberen Irtysch liegen." Centralasien, I. 191 f.

weitem eine Heerde von Kameelen, Pferden oder Kühen zu sehen glaubt, was auch der Mongolische Name Adontscholo, Viehheerden-Felsen, ausdrückt; (Pallas, Reise III, 217).

§. 305. *Lagerungsformen der Granite; Typhonische Stöcke und Decken.*

Die Granite sind zwar fast aller derjenigen Lagerungsformen fähig, welche bei eruptiven Gesteinen überhaupt vorkommen können (I, 936); doch begegnet man am häufigsten der stockförmigen und gangförmigen Lagerung, während die deckenförmige Lagerung nur selten, und ein Auftreten in wirklichen Lagern noch seltener nachgewiesen worden ist.

Wo der Granit auf kleinere, arrondirte Areale von höchstens einigen Meilen Durchmesser beschränkt ist, da lässt sich wohl meistentheils voraussetzen, dass er wesentlich in der Form von typhonischen Stöcken gelagert sei. Weil nun die horizontale Begränzung dieser Stöcke, wie solche an der Erdoberfläche und auf geognostischen Charten hervortritt, oft länglich und abgerundet zu sein pflegt, so hat man sie bisweilen Granit-Ellipsen, oder auch, unter Voraussetzung einer kuppelförmigen Oberfläche, Granit-Ellipsoide genannt. Man könnte sie allgemein Granit-Inseln nennen, da sie in der That wie Inseln aus dem sie umgebenden Gneiss- oder Schieferlande hervortauchen.

Diese Lagerungsform ist übrigens eine der gewöhnlichsten; sie scheint besonders den älteren, im Gebiete der primitiven Formationen und der Uebergangsformation auftretenden Graniten ganz wesentlich anzugehören, und ist bereits in sehr vielen Ländern nachgewiesen worden.

Selten finden sich dergleichen Granitstöcke vereinzelt; öfter liegen ihrer mehre, in nicht zu grossen Entfernungen neben oder hinter einander, wobei sie gewöhnlich eine reihenförmige Anordnung längs einer und derselben Linie zeigen. Dergleichen reihenförmige Systeme von Granit-Inseln lassen sich gewissermaassen mit den Vulcanreihen vergleichen, und verweisen uns auf granitische Eruptionen, welche längs einer und derselben Spalte Statt gefunden, aber die Erdoberfläche nur an einzelnen Stellen erreicht haben.

Bei Schwarzenberg im Erzgebirge tauchen, in der Linie von Klösterlein bis Crandorf, von NW. nach SO. fünf dergleichen Granitinseln aus dem Glimmerschiefer auf, nämlich die fast kreisrunde Granitpartie von Aue, die langgestreckte und etwas gekrümmte Partie von Lauter, die ganz kleine Partie von Neue Welt, die langgestreckte aber geradlinig verlaufende Granitpartie von Schwarzenberg, und endlich die kleine, im Schwarzwasserthale durchbrochene

Granitpartie von Erlhammer. Die längsten Durchmesser aller dieser Granit-Inseln fallen in die Richtung ihrer Verbindungslinie. Westlich von Aue liegen, in einer Parallellinie der vorigen, die beiden langgestreckten Granitpartieen von Oberschlema und Auerhammer. Dagegen lassen die drei bei Geyer aufragenden Granitpartieen keine geradlinige Anordnung erkennen, obwohl die beiden südlichen, des Zinnberges und des Stockwerkes, in ihrem Alignement auf die, eine Meile weiter nach SO. zwischen Buchholz und Schlettau liegende Granitpartie verweisen. Die unter dem Gneisse hervortretende Granitkuppel von Wiesenbad endlich hat eine mehr isolirte Lage. — Merkwürdig ist es, dass die beiden Granitinseln von Niederbobritzsch und Flöhe, obwohl getrennt durch einen Zwischenraum von $2\frac{1}{2}$ Meilen, doch gleichfalls die Richtung von NNW. nach SSO. behaupten, und genau in die Axe des grossen Keiles fallen, mit welchem sich das Erzgebirgische Gneissterrain zwischen Marienberg, Tyssa und Nossen nach Norden hinausstreckt. Da nun die allgemeine Richtung des Erzgebirges die von ONO. nach WSW. ist, so folgt hieraus, dass alle diese linearen Systeme von Granitinseln, eben so wie die grosse Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, die Längenausdehnung desselben fast unter rechten Winkeln schneiden, weshalb sich die gegenwärtigen Formverhältnisse dieses Gebirges von den Granit-Eruptionen ganz unabhängig erweisen.

Der grossen centralen Granitmasse des Fichtelgebirges liegen in einer, von NO. nach SW. gestreckten Linie die drei Granitinseln des Grossen Kornberges, des Waldsteins und die von Korndorf vor, und die sehr vorherrschende Längendimension der beiden ersteren fällt genau in die Richtung ihres Alignements, welche wiederum der Längenaxe der Centralgranitmasse und des Fichtelgebirges parallel ist.

Am Harze bildet die Granitpartie des Brockens eine ziemlich arrondirte Masse; nordwestlich von ihr liegt die kleinere Granitpartie des Ziegenrückens, und ostsüdöstlich von ihr, in grösserer Entfernung, die Granitpartie des Ramberges, so dass hier ebenfalls eine ziemliche Coincidenz zwischen der Längenausdehnung des Gebirges und dem allgemeinen Alignement der Granitinseln Statt findet.

Wie aber im Erzgebirge, im Fichtelgebirge und am Harze das Vorkommen des Granites in grösseren oder kleineren, nach bestimmten Linien geordneten typhonischen Stöcken gegeben ist, so wiederholt sich dieselbe Art des Vorkommens in sehr vielen anderen Gebirgen. So sind z. B. in Cornwall und Devonshire 5 grössere und mehre kleinere, sehr arrondirte Granitpartieen bekannt, welche sich von Bovey über Bodmin bis zum Cap Landsend in einer etwas gekrümmten Linie fortziehen, die ungefähr dem allgemeinen Verlaufe der südlichen Küste beider Grafschaften parallel ist. In Schottland kennt man 25 Granitinseln im Gebiete des Gneisses, und 14 im Gebiete des Glimmerschiefers und Thonschiefers; eben so 18 dergleichen in Irland. In den Cevennen tritt der Granit in drei Partieen auf, welche fast ostwestlich hinter einander liegen, und daher die Richtung des Gebirges unter 40° schneiden. In den Pyrenäen bildet der Granit eine grosse Anzahl von z. Th. sehr colossalen typhonischen Stöcken, welche in ihrer allgemeinen Vertheilung der Längenrichtung des Gebirges folgen; gerade so verhält es sich auch in der Normandie und Bretagne; und so liessen sich noch aus vielen Ländern ähnliche Beispiele anführen.

Auch manche grössere Granitablagerungen, wie z. B. die von Kupferberg bis nach Reichenberg 9 Meilen lange centrale Granitmasse des Riesengebirges, die 6 Meilen lange Centralmasse des Fichtelgebirges, die eben so ausgedehnte Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie des Erzgebirges, u. a. m. dürften wenigstens theilweise die Lagerungsverhältnisse typhonischer Stöcke besitzen, wenn sie auch vielleicht in gewissen Theilen ihres Gebietes schon den Charakter von deckenartigen Ausbreitungen haben.

Was nun die Lagerungsverhältnisse dieser Granitstöcke betrifft, so zeigen solche in der Regel eine auffallende Unabhängigkeit von der Schichtung der umgebenden Gesteine; wenn also auch die Schichten stellenweise der Granitgränze parallel streichen, so laufen sie anderwärts auf diese Gränze zu, um sich endlich unter grösseren oder kleineren Winkeln am Granite abzustossen. Ja, gar nicht selten behaupten die geschichteten Formationen rings um und zwischen solchen Granitinseln ein so ungestörtes und beständiges allgemeines Streichen und Fallen, als ob die Granitmassen gar nicht vorhanden wären. Nur nahe an der Gränze und im unmittelbaren Contacte mit dem Granite geben sich auch dann noch locale Störungen des Schichtenbaues zu erkennen. Diess beweist wohl, dass in solchen Fällen die Schichtenstellung der umgebenden Formationen durch frühere Ereignisse bestimmt und von den Eruptionen der Granite nur wenig alterirt worden ist.

Indessen kommen auch Fälle vor, da die Architektur der geschichteten Gesteine eine Abhängigkeit vom Granite erkennen lässt, indem die Schichten ringsum von ihm wegfallen, und ihn also in mantelförmiger Umlagerung umgeben, oder in einem kuppelförmigen Schichtensysteme bedecken, wie z. B. bei Wiesenbad in Sachsen. Dann ist wohl anzunehmen, dass die Schichten zur Zeit der granitischen Eruption noch eine fast horizontale Lage hatten, so dass sie von dem heraufdringenden Granite kuppelförmig aufgetrieben und nach allen Seiten hin aufgerichtet werden konnten.

Für die typhonischen, aus den Tiefen der Erde hervorgetretenen Stöcke muss natürlich eine durchgreifende Lagerung Statt finden; daher lässt sich auch voraussetzen, dass ihre lateralen Begränzungsflächen im Allgemeinen eine steile, ja wohl nicht selten eine fast senkrechte Lage haben werden; bisweilen fallen sie stufenartig in die Tiefe ab, indem steilere und flachere Gränzflächen mit einander abwechseln; oft aber haben diese steileren Gränzflächen einen sehr geradlinigen Verlauf, ja sie sind mitunter so entschieden als Spaltenwände ausgebildet, dass Erzgänge (z. B. Eisensteingänge) an ihnen hinlaufen.

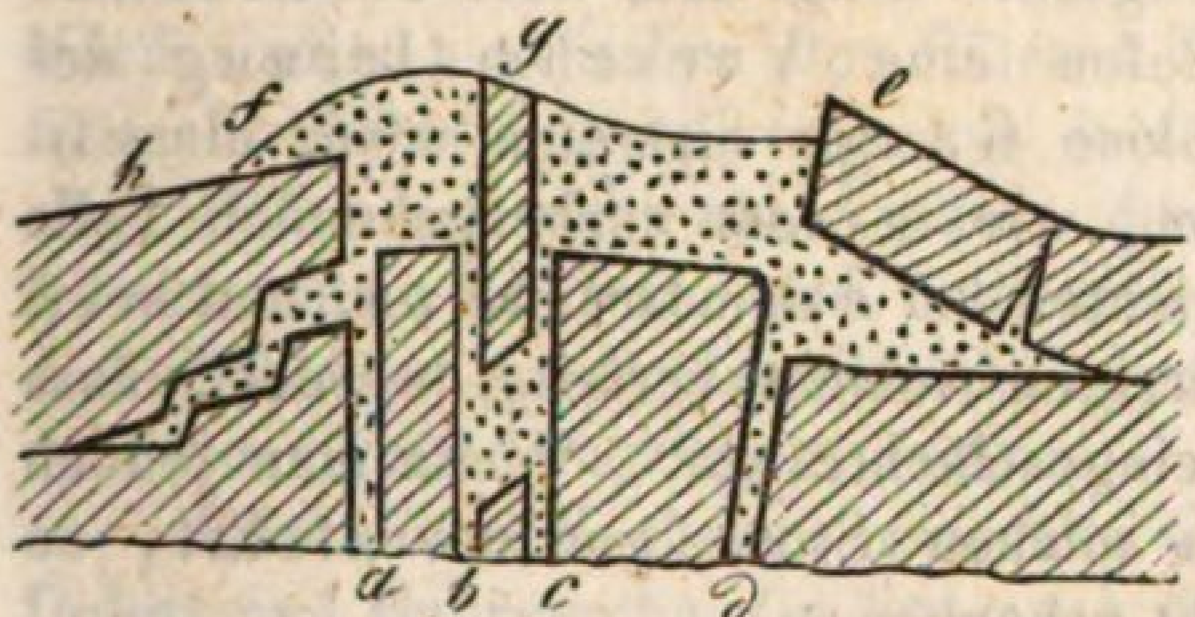
Dergleichen Verhältnisse sind unter Anderem durch die höchst sorgfältigen, fast mit markscheiderischer Genauigkeit ausgeführten, und überhaupt in jeder Hinsicht musterhaften Untersuchungen des Bergmeister Oehlschlägel an den Gränzen der Eibenstocker und anderer Granitmassen des oberen Erzgebirges nachgewiesen worden. Man kennt sie auch z. Th. an den Cornwaller Granitstöcken.

Dass übrigens manche dieser typhonischen Stöcke ursprünglich mit untergreifender Lagerung (I, 913) ausgebildet waren, und erst in Folge einer späteren Zerstörung der sie bedeckenden Massen entblöst und sichtbar gemacht worden sind, diess unterliegt wohl keinem Zweifel. Kleinere dergleichen Stöcke sind bisweilen erst durch die Thalbildung (wie z. B. bei Wiesenbad) oder durch die Abrasion an den Meeresküsten zu Tage ausgetreten, einige aber als wirklich unterirdische, d. h. noch allseitig bedeckte Kuppen durch den Bergbau nachgewiesen worden; wie z. B. in Sachsen die Granitkuppe am Lumbache bei Aue.

Ueberhaupt dürften wohl viele typhonische Granitstöcke als grosse, kuppenartige Ablagerungen vorzustellen sein, welche zwischen die sie umgebenden Gesteine eingefügt sind, und in tieferen Niveaus mit grösseren Horizontalquerschnitten erscheinen würden, als an der Oberfläche. Ob sie aber in allen Tiefen eine solche Zunahme ihrer horizontalen Dimensionen, und nicht vielmehr in sehr grossen Tiefen wiederum eine Abnahme derselben zeigen werden, diess ist eine andere Frage. Denn, wie gross auch ihre Dimensionen sein mögen, so müssen sie doch weiter abwärts in ein kreuzförmiges oder polygonales System von Granitgängen übergehen, welche in die sogenannte ewige Teufe, d. h. bis in die Heimath des Granites hinabreichen.

Nur die oberen Theile der Erdkruste dürften wirklich gehoben und seitwärts aus einander getrieben worden sein, um den Ablagerungsraum für diese typhonischen Stöcke zu liefern, während die tieferen Theile der Erdkruste wohl nur von mehr oder weniger weiten Spalten durchrissen wurden, durch welche das granitische Material hervordrang. Die stellenweise und strichweise oft sehr geradlinig verlaufenden Contoure der Granitstöcke, die zuweilen vorkommenden aus- und einspringenden Winkel derselben verweisen uns auf spaltenähnliche Zerreissungen der äusseren Erdkruste, welche natürlich mit tieferen Spalten zusammenhängen müssen. Der Umstand aber, dass manche solcher Stöcke entweder ringsum, oder doch in einem grossen Theile ihrer Peripherie von höheren Schiefer- oder Gneissbergen umgeben werden, berechtigt wohl zu der Vermuthung, dass diese äussere Erdkruste auch eine theilweise Emportreibung über ihr ursprüngliches Niveau erfahren habe,

wodurch natürlich auch seitwärts bedeutende unterirdische Räume für die Ablagerung des Granites gewonnen werden mussten.

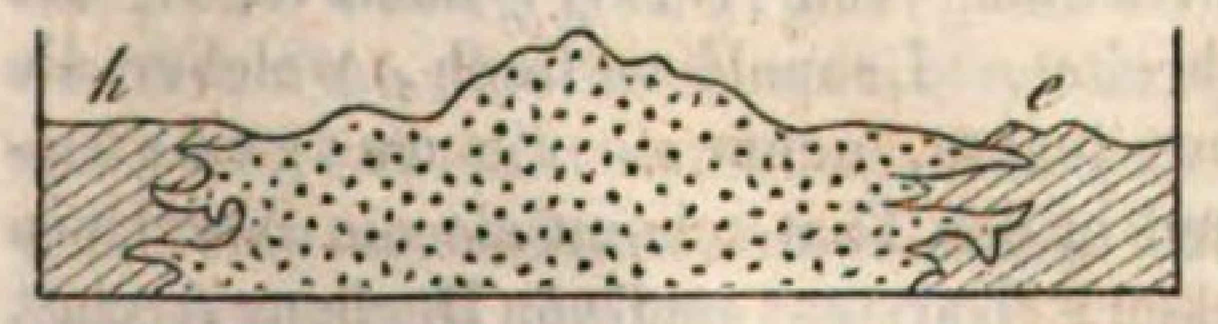


Das beistehende Diagramm dürfte ein ideales Schema zur Versinnlichung der Verhältnisse abgeben, unter welchen wir uns die Ausbildung solcher typhonischen Granitstöcke zu denken haben. Die eigentlichen Ausflussspalten *a*, *b*, *c* und *d* mögen sich vielleicht in grosser Tiefe zu einer einzigen, grösseren Spalte vereinigen. Bei *e* ist eine Emportreibung der Schiefer über das Niveau des Granites, bei *f* ein theilweises Ueberfliessen des Granites, und bei *g* die Herauftreibung einer colossalen Schiefermasse vorausgesetzt worden, wie sie z. B. für den Auersberg in Sachsen anzunehmen sein dürfte.

Als Beispiele für die stellenweise höhere Lage des angränzenden Schiefergebirges erwähen wir das Riesengebirge, wo der Glimmerschiefer der fast 5000 Fuss hohen Schneekoppe den Granit bedeutend überragt, und die Granitpartie von Niederbobritzsch bei Freiberg, an deren südlichem und südwestlichem Rande die Gneissberge recht auffallend über die Granitberge heraufsteigen. Als Beispiel einer fast ringsum laufenden Umwallung durch höhere Massen des Schiefergebirges kann die Granitpartie von Kirchberg in Sachsen angeführt werden, welche auf ihrer nördlichen, östlichen und südlichen Seite wallartig von hohen Schieferbergen umgeben wird; eben so die Flöher Granitpartie im Erzgebirge, deren auffallende Umgebung durch höhere Gneissberge schon in dem orographischen Bilde der geognostischen Charte von Sachsen sehr deutlich hervortritt. Auch der Circus von Berarde (I, 381) gehört hierher. Dass sich ähnliche Verhältnisse in anderen Ländern wiederholen mögen, ergiebt sich aus der Bemerkung von Hitchcock, dass in Massachusetts alle Granitmassen ein merkwürdig tiefes Niveau im Vergleich zu anderen Gesteinen behaupten; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 472). Dagegen ist es bekannt, dass die Granitdistricte auch häufig die höchsten Gipfel der betreffenden Gebirge enthalten, wie diess z. B. am Harze, im Fichtelgebirge und in Cornwall der Fall ist.

Die typhonischen Granitstöcke sind es besonders, welche an ihren Gränzen jene auffallenden Erscheinungen der Apophysen und Ramificationen wahrnehmen lassen, von denen bereits im ersten Bande Seite 905, 909, 943 und 964 die Rede gewesen ist. Da sich jedoch dieselben Erscheinungen auch bei anderen granitischen Gebirgsgliedern vorfinden und, ihrer ganzen Natur nach, den gangartigen Gebirgsgliedern unterordnen, so verweisen wir ihre Betrachtung mit in den folgenden Paragraphen.

Wenn aber der Granit viele dergleichen Apophysen in das Nebengestein sendet, so erscheinen die oberen Theile solcher typhonischen Stöcke im Querschnitte ungefähr so, wie es das nebenstehende Bild zeigt. Es fand dann eine sehr vielfache Zerspaltung und Zerreissung des Nebengesteins, und eine gewaltsame Ein-



pressung oder Injection des granitischen Materials in die gebildeten Spalten und Risse Statt, wodurch die Verhältnisse des ramificirenden Gesteinsverbandes (I, 909) zur Ausbildung gelangten. Dass aber auch bei solcher Ausbildungsweise in grösseren Tiefen eine Verschmälerung des Stockes und endlich ein Uebergang in blose Gänge eintreten wird, diess ist wohl sehr wahrscheinlich. — In diesem, wie in dem vorhergehenden Falle könnte ein Beobachter, welcher die Schichten bei *e* dem Granite zu, und bei *h* vom Granite weg fallen sieht, zu der irrigen Ansicht verleitet werden, dass der Granit den Schiefern regelmässig eingeschichtet sei. Wenn man jedoch die Schichtenstellung rings um einen solchen Stock genauer studirt, so wird man die wahren Verhältnisse leicht erkennen.

Ausser den typhonischen Stöcken kommen auch bisweilen Granitstöcke vor, welche als keilförmige oder als lenticulare Stöcke bezeichnet werden können, weil sie sich beiderseits in der Richtung ihres Streichens keilförmig verschmälern, während sie sich nach oben entweder ausbreiten, oder gleichfalls keilförmig zuschärfen; sie zeigen daher einen lanzettförmigen Horizontalquerschnitt und sind, bei kleineren Dimensionen, nur als sehr kurze, stockartige Gänge zu betrachten, welche, wenn sie dasselbe Streichen haben wie die Schichten des Nebengesteins, leicht für Lagerstöcke gehalten werden können.

An diese Formen würden sich auch die colossalen Granitgneiss- oder Protoginstöcke der Alpen anschliessen, dafern für sie eine eruptive Entstehungsweise geltend gemacht werden kann.

Der Granit erscheint aber auch bisweilen in sehr weit ausgedehnten Ablagerungen, welche schon ihrer grossen horizontalen Ausbreitung wegen kaum für etwas Anderes, als für deckenartige Gebirgsglieder (I, 941), für mächtige, nach allen Richtungen hin aufgelagerte Bildungen zu halten sind, obgleich an den Rändern dieser Decken ganz ähnliche Begränzungs-Verhältnisse vorkommen können, wie sie bei den typhonischen Stöcken angetroffen werden. Denn, wo sich der Granit z. B. über Hunderte von Quadratmeilen in ununterbrochener Ausdehnung verbreitet, da ist wohl naturgemässerweise keine andere Lagerungsform denkbar, als die einer Decke. Dass aber diese Granitdecken ihre Auflagerung selten wirklich erkennen lassen, diess beweist wohl nur, dass sie meist zu mächtig oder zu tief abgelagert sind, um von den Thalbildungen durchschnitten werden zu können.

Eine sehr ausgedehnte und ganz tief gelegene Granitregion findet sich z. B. im südlichen Russland, wo sich von Brody, zwischen dem Bug und dem Dnjepr bis gegen Taganrog, in der Richtung von WNW. nach OSO., auf 130 Meilen weit eine Granitdecke ausbreitet. Leopold v. Buch, welcher die Aufmerksamkeit auf diese Granitbildung lenkte, nennt sie die ausgedehnteste Granitmasse in Europa; und in der That scheint sie ein Areal von beinahe 4000 Quadratmeilen zu bedecken; (Karstens und von Dechens Archiv,

Bd. 15, 1840, S. 70). Auch in mehren Gegenden Spaniens, wie z. B. in dem Gebirgszuge zwischen dem Tajo und der Guadiana, und in Galicien, scheint der Granit eine ganz ungewöhnliche Verbreitung zu gewinnen. In Vorderindien, zwischen den Flüssen Godavery und Kistnah dehnt sich gleichfalls ein weites Granitplateau aus, in dessen Mitte Hyderabad liegt. — In solchen Fällen ist wohl ein Ausfluss des granitischen Materials aus vielen, weit fortsetzenden Spalten, und eine gleichmässige Ergiessung und Ausbreitung desselben über grosse Landstriche anzunehmen, wobei alle ältere Formationen von dem Granite überlagert wurden.

Auch die in Sachsen, zwischen Görlitz, Camenz, Grossenhain, Leuben, Dohna und Georgenthal (in Böhmen) über einen Raum von mehr als 50 Quadratmeilen ausgedehnte Granit-Ablagerung möchte kaum für etwas Anderes zu halten sein, als für eine deckenartige Ausbreitung, welche jedoch strichweise, und namentlich an ihren Gränzen gegen das Schiefergebirge, den Charakter typhonischer Stöcke besitzen mag, wie diess ja wohl bei allen Granitdecken vorausgesetzt werden muss. Denn jede Granitdecke hat ihre Eruptionslinien, welche theils an ihrer Gränze hinlaufen, theils auch da und dort in der Tiefe verborgen sind. Diese Eruptionslinien werden aber im Allgemeinen als Spalten vorzustellen sein, welche namentlich da, wo sie an den Gränzen der Granitdecken hinlaufen, mit Dislocationen des angränzenden Landes verbunden sind; mit Dislocationen, die theils durch die Granit-Eruptionen selbst hervorgebracht, theils schon früher vorhanden gewesen, und nur bei diesen Eruptionen benutzt worden sein mögen. Die von Neuhaus in Böhmen bis nach Grein an der Donau reichende Granitmasse ist wohl gleichfalls eine Decke von Granit.

Da bei solchen Granitländern eine Auflagerung des Granites in grosser horizontaler Verbreitung vorausgesetzt werden muss, so fragt es sich, ob derartige Auflagerungen überhaupt irgendwo wirklich beobachtet worden sind. Die Antwort auf diese Frage kann gegenwärtig bejahend gegeben werden, obgleich sich die bekannt gewordenen Fälle grossentheils nur auf kleinere Granit-Ablagerungen beziehen. Wenn aber schon bei solchen kleineren, den typhonischen Stöcken verwandten Granitmassen ein stellenweises Ueberfliessen, eine, in fast horizontaler Richtung erfolgte Ausbreitung nachgewiesen werden kann, so werden wir gewiss keinen Anstand nehmen können, ähnliche Verhältnisse bei jenen grösseren Ablagerungen vorauszusetzen.

Es handelt sich nämlich hier nicht um jene localen, auf schmale Räume beschränkten Auflagerungen, mit stark geneigter Lage der Auflagerungsfläche, wie solche an den Gränzen granitischer Ablagerungen gar nicht selten zu beobachten sind, als vielmehr um ausgedehntere Auflagerungen, mit sehr wenig geneigter oder fast horizontaler Auflagerungsfläche, durch welche eine horizontale Ergiessung und Ausbreitung des Granites erwiesen wird. Auch versteht es sich von selbst, dass es nur ursprüngliche, und keine secundären, etwa durch Ueberschiebungen hervorgebrachte Auflagerungen sind, welche hier in Rücksicht kommen können.

Eine der ältesten hierher gehörigen Beobachtungen ist vor mehr als einem halben Jahrhundert von Leopold v. Buch, in seinem Versuche einer mineralogischen Beschreibung von Landeck (1797, S. 16), veröffentlicht worden. Nachdem er die dortige neuere Granitbildung petrographisch geschildert hat, sagt er: „diese Gebirgsart liegt auf dem Glimmerschiefer bei Reichenstein, Vollmersdorf, Ober- und Nieder-Haasdorf; sie bildet dort die Oberfläche beider Abhänge, wie ein über sie weg gebreitetes Tuch.“ — Im Jahre 1822 erwähnten Lamé und Clapeyron die ähnliche Auflagerung des Granites des Ziegenrückens am Harze auf den dortigen Schiefern, welches Verhältniss später von Keferstein genauer beschrieben worden ist. Auf der rechten Seite des Ockerthales, sagt der letztgenannte Beobachter, sieht man vortrefflich, wie der Granit auf den mehre 100 F. hohen Schieferbergen aufliegt, und so die Klippen des Ziegenrückens bildet; weithin verfolgt man diese Granitdecke über den Schiefern, da ihre Klippen auf der Höhe wohl an zwei Stunden weit fortsetzen; (Teutschland geogn. geol. dargestellt, Bd. VI, Heft 3, 1830, S. 375 und 456).

In einem minder grossen Maassstabe, aber mit der grössten Evidenz, wurde dieselbe Erscheinung von Marhallac auf der kleinen Insel Mihau, im Dep. des Côtes du Nord beobachtet. Diese Insel besteht aus Thonschiefer, dessen sehr steil aufgerichtete Schichten an mehren Puncten von Granit bedeckt werden, welcher dem Schiefer in sanft geneigten Flächen abweichend aufgelagert ist. Die Auflagerung ist sehr schön entblöst; beide Gesteine sind scharf getrennt, und der Granit treibt Adern und Gänge abwärts in den Schiefer, dessen Schichtenköpfe durchaus bis 18 Zoll tief von Osten nach Westen umgebogen oder gestaucht sind; (*Bull. de la soc. géol. IV*, *p.* 201). Auch die von Krantz auf der Insel Elba wahrgenommene, und in seiner Abhandlung über diese Insel beschriebene und abgebildete Auflagerung des Granites scheint nicht gerade auf grosse Entfernungen sichtbar zu sein. Dort breitet sich nämlich am Capo di Fonza, östlich vom Golfo di Campo, auf der zwar unebenen, aber im Allgemeinen fast horizontalen Oberfläche eines, 25° in West einfallenden Schichtensystemes der Apenninenformation der Granit abweichend aus; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. XV, 1841, S. 383).

In einem weit grossartigeren Maassstabe wurde die horizontale Auflagerung und Ausbreitung des Granites von Al. v. Humboldt und G. Rose in Sibirien, an den Ufern des Irtysch, zwischen Buchtarminsk und Ustkamenogorsk beobachtet. Das felsige Ufer besteht daselbst aus Uebergangsthonschiefer, dessen Schichten 60 bis 80° fallen, und nach oben in einer etwas undulirten Fläche endigen. Auf dieser Fläche breitet sich nun der Granit in übergreifender Lagerung aus, indem er allen Undulationen derselben folgt, und daher bald bis zum Wasser herabsinkt, bald bis zu 50 und 60 Fuss Höhe hinaufsteigt. Diese Auflagerung ist fast auf ³/₄ Meilen Länge zu beobachten, und erscheint um so auffallender, weil der Granit in fast horizontale, schichtenähnliche Bänke abgesondert ist, welche durch ihre Lage wie durch ihre Farbe gegen die steilen, dunklen Schieferschichten sehr contrastiren; (G. Rose, Reise nach dem Ural, I, 610, und Al. v. Humboldt, Centralasien, I, 195).

Auch im Erzgebirge, östlich von Graslitz, an der westlichen Gränze der Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, findet eine entschiedene Auflagerung des Granites auf dem Glimmerschiefer Statt, zum Beweise, dass sich diese Gra-

nitpartie, welche anderwärts die Begränzung eines typhonischen Stockes zeigt, doch in dieser Gegend über der ehemaligen Oberfläche des Schiefergebirges ausgebreitet haben muss. Der Glimmerschiefer tritt nämlich dort mit einem spitzen Winkel sehr weit in das Granitgebiet ein, indem die von Glasberg nach Silberbach nordwärts verlaufende Gränze bei letzterem Orte nach Osten umbiegt, und in dieser Richtung bis zu den Mühlhäusern fortzieht, von wo sie plötzlich nach Westen zurückläuft. Längs dieses, über eine Meile langen Gränztractes zieht sich der Granit beständig auf der Höhe des Gehänges hin, während in der Tiefe der Glimmerschiefer ansteht, in welchen mehre tiefe Schluchten eingerissen sind; es ist diess besonders auffallend von Glasberg bis über Neudorf, so wie weiterhin am Mückenberge und am Hochgarter Berge, in welchem der Granit über eine nördlich vorliegende Terrasse des Schieferlandes aufsteigt; (Geognost. Charte des Königr. Sachsen, Section XVI).

Eine der merkwürdigsten hierher gehörigen Erscheinungen berichtet Keilhau aus Norwegen. Der Hallingskarven, dieser auf dem Gebirgsrücken zwischen Hardanger und Hallingdal bis zu 6000 F. Höhe aufragende, ein paar Meilen lange und bedeutend breite, plateauförmig gestaltete Coloss besteht unten aus Thonschiefer, dessen Schichten unter 60° geneigt sind; darüber breitet sich eine, wenigstens 1200 F. mächtige Ablagerung von Granit aus, welcher schön krystallinisch und vollkommen charakteristisch an einigen, weniger deutlich an anderen Orten, auf der Nordostseite des Berges aber ganz gneissartig ist. Dieser Granit bildet also hier eben so eine Decke, wie man diess sonst nur vom Trapp zu sehen gewohnt ist; (*Gäa Norv.* I, 390).

Auch Zeuschner hat neuerdings aus der Gegend von Inwald ganz ähnliche Auflagerungen des Granites über den Schichten des Fucoidenkalksteins beschrieben, wie sie Krantz auf Elba beobachtete; da er jedoch bemerkt, dass das aufliegende Gestein sehr verwittert sei, und wenig Aehnlichkeit mit Granit habe, so wäre es auch möglich, dass es nur sogenannter regenerirter Granit, d. h. mächtig aufgeschwemmter, und mehr oder weniger verkitteter granitischer Sand und Grus ist, welcher von dem benachbarten Berge Lanckorona abstammt; (Naturwissenschaftl. Abhandl. herausg. von Haidinger, III, 1850, S. 141).

Endlich mag noch daran erinnert werden, dass auch für die vorhin erwähnte Sächsische Granitdecke, welche an beiden Elbufern grossentheils als Syenit ausgebildet ist, unweit Dresden, durch den Elbstollen des Königlichen Steinkohlenwerkes, schon in der Nähe ihrer Gränze, eine abweichende und übergreifende Auflagerung des Syenites über den steil aufgerichteten Schichtenköpfen des Thonschiefers, auf 100 Lachter weit nachgewiesen worden ist; (Geogn. Beschreib. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft 5, S. 136).

Dass der Granit in solchen Gegenden, wo er wirklich durch ein förmliches Ueberfliessen auf der ehemaligen Erdoberfläche zu einer bedeutenden horizontalen Ausbreitung gelangt ist, nur selten Fragmente des Nebengesteins enthalten, dass er dort eben so wenig Gänge und Apophysen (mit Ausnahme von abwärts gerichteten Spaltenausfüllungen) zeigen wird, diess folgt aus der ganzen Art und Weise dieser Ablagerung.

Noch haben wir der **Granitstöcke im** Granite zu gedenken. Es ist nämlich gar keine selten vorkommende Erscheinung, dass mitten in einem grösseren Granitdistricte, welcher z. B. von grobkörnigem Granite gebildet wird, stockförmige Ablagerungen einer **anderen** Granitvarietät, gleichsam wie Inseln oder isolirte Kuppen, aufragen. Dergleichen Vorkommnisse dürften in der That als selbständige, **untergeordnete** Gebirgsglieder zu betrachten sein, welche mit ähnlichen **gangförmigen** Granitbildungen sehr nahe verwandt sind, wie solche so häufig innerhalb derselben vorwaltenden Granite angetroffen werden.

So finden sich z. B. bei Zehren unweit Meissen, im Gebiete des dortigen grobkörnigen Granites, kleine Stöcke eines feinkörnigen, fast glimmerfreien Granites, welcher in seiner Gesteinsbeschaffenheit mit demjenigen Granite völlig übereinstimmt, der in derselben Gegend ausserordentlich häufige Gänge sowohl im Granite als im Syenite bildet. In der Kirchberger Granitpartie, welche vorwaltend aus grobem, porphyrartigen Granite besteht, ragt bei der Stadt Kirchberg der Borberg mit einem feinkörnigen, sandsteinähnlichen Granite auf. In der Granitinsel von Niederbobritzsch bei Freiberg giebt es mehre Kuppen, welche sich durch die Feinkörnigkeit ihres Gesteins eben so auffallend von dem herrschenden Granite unterscheiden, als sie sich durch dieselbe Beschaffenheit an den in Gängen und Adern auftretenden Granit anschliessen. — Dasselbe wiederholt sich nach v. Warnsdorff bei Carlsbad, und nach G. Rose im Riesengebirge, wo hier und da, mitten im Gebiete des herrschenden, grobkörnigen Granites, ein feinkörniger Granit theils in Kuppen, wie im Scholzenberge und Hopfenberge bei Warmbrunn, theils in langgestreckten Rücken, wie im Stangenberge bei Stonsdorf und im Ameisenberge bei Erdmannsdorf aufragt; derselbe Granit erscheint auch sehr häufig in Gängen. — In Cornwall, am Vorgebirge Tol-Pedn-Penwith, sahen v. Oeynhausen und v. Dechen eine feinkörnige, in 150 bis 200 F. hohen Felsen anstehende Granitmasse, die wie ein fremdartiger, in den grobkörnigen Granit hineingeschobener Gebirgsklotz erscheint, und nicht füglich ein gangartiges Vorkommen genannt werden kann; (Karstens Archiv für Bergbau, Bd. 17, Heft 1). — Walchner berichtet ganz ähnliche Erscheinungen aus den Granitregionen des Schwarzwaldes, zwischen Albbruck und Gernsbach, im Murgthale und im Enzthale, wo Granitstöcke vorkommen, welche ringsum von der vorherrschenden Granit-Abänderung eingeschlossen sind, von der sie sich nicht nur durch ihr Gestein, sondern auch öfters durch eigenthümliche Mineralien unterscheiden, die dem anderen Granite fehlen; (Handbuch der Geognosie, 1. Aufl. S. 1034).

Was endlich die **Gesteinsbeschaffenheit** der, in diesem Paragraphen betrachteten granitischen Gebirgsglieder **überhaupt** betrifft, so lässt sich darüber nur etwa folgende allgemeine Bemerkung geben. Obgleich innerhalb der granitischen Stöcke und Decken der Gesteinshabitus oft auf grosse Strecken sehr gleichartig erscheint, so findet man doch eben so oft mehr oder weniger auffallende Abwechslungen desselben, weshalb denn eine und dieselbe Ablagerung in verschiedenen Regionen sehr **ver-**

schiedene Varietäten von Granit zeigen kann. Ja, es können sogar wirkliche Granite stellen- und strichweise mit Syeniten oder mit gneissartigen Gesteinen wechseln, ohne dass man deshalb in allen Fällen berechtigt ist, wesentlich verschiedene Formationen vorauszusetzen, wenn auch zuweilen wirklich successive, oder der Zeit nach verschiedene Formationsglieder durch jene Verschiedenheiten der Gesteine angezeigt sein können.

Ganz abgesehen also von denen, durch ihre stockartige oder gangartige Lagerungsform schärfer gesonderten untergeordneten Gebirgsgliedern, findet sich in den grösseren Granitstöcken, eben so wie in den Granitdecken, oft eine grosse Manchfaltigkeit von granitischen Gesteinen, und es wird eine Aufgabe der künftigen Forschung bilden, zu ermitteln, welche Gesetze in der gegenseitigen Begränzung und Vertheilung dieser Varietäten obwalten. G. Rose fand bereits, dass in Schlesien, an der Kamnitz, der Granitit den Granit unterteuft, von welchem er scharf getrennt ist.

Als ein paar ziemlich häufig vorkommende Erscheinungen müssen wir noch erwähnen, dass die granitischen Stöcke unmittelbar an ihren Gränzen und im Contacte mit denen sie einschliessenden Gesteinen stellenweise eine feinerkörnige Beschaffenheit ihres Gesteins zeigen, oder auch eine flasrige Structur annehmen, und dadurch in gneissartige Gesteine übergehen.

§. 306. *Fortsetzung; gangförmige Gebirgsglieder von Granit.*

Der Granit erscheint sehr häufig in wirklich gangförmigen Gebirgsgliedern, dergleichen ja auch gewissermaassen als die Wurzeln aller seiner übrigen Lagerungsformen zu betrachten sind*). Diese Granitgänge kommen in allen möglichen Dimensionen vor, weshalb sie bald als mächtige Züge, bald als schmälere Gesteinsstreifen oder als blose Trümer in den sie einschliessenden Gebirgsgliedern hervortreten. Rücksichtlich ihrer Form sind sie ebenfalls sehr verschieden; bisweilen nähern sie sich der Form von Stöcken, wenn sie, bei bedeutender Mächtigkeit, keine sehr grosse Längenausdehnung besitzen; oft treten sie als regelmässige, ebenflächige Parallelmassen auf, welche weithin dasselbe Streichen und Fallen behaupten; nicht selten erscheinen sie als mehr oder weniger gewundene, oder als verzweigte, oder mit Seitenausläufern versehene Gänge;

*) So berichtet Carne, dass östlich von Trewavas-head, wo die schönsten und deutlichsten Granitgänge Cornwalls vorkommen, einige dieser Gänge sich nach oben vereinigen, und in eine Granitmasse überzugehen scheinen, welche 40 Fuss mächtig horizontal über dem Schiefer liegt. *Trans. of the geol. soc. of Cornw. II, p.* 66.

dagegen vereinigen sich bisweilen zwei oder mehre solcher Gänge zu stock- oder klotzförmigen Massen, gleichsam zu grossen knotenartigen Anschwellungen, welche in ihren ganz unregelmässigen Formen sehr auffallende Erscheinungen darbieten können. Auch kommen kleinere, z. Th. seltsam gestaltete gangartige Gebirgsglieder vor, welche scheinbar ringsum isolirt im Nebengesteine enthalten sind, obwohl auch für sie ein Zusammenhang mit wirklichen, abwärts steigenden Granitgängen anzunehmen ist.

Alle diese Bildungen durchschneiden in der Regel die Schichten der angränzenden Gebirgsglieder, oder sie thuen es doch wenigstens stellenweise, wenn sie auch bisweilen, auf grössere oder kleinere Strecken parallel zwischen den Schichten fortlaufend, als Lagergänge ausgebildet sind; was namentlich bei sehr steiler Schichtenstellung der angränzenden Formationen nicht so gar selten vorkommt. Uebrigens senden die grösseren Granitgänge von ihren Gränzen oft kleinere, gangartige Apophysen in das Nebengestein hinaus, oder sie zerschlagen sich an ihren Enden in mehre Trümer, welche den Charakter solcher Apophysen besitzen.

Das Gestein der Granitgänge erscheint oft durchaus gleichmässig körnig; bisweilen aber ist es feinkörnig an den Salbändern, und grobkörnig in der Mitte, während das Gegentheil seltener vorzukommen scheint; ja, manche Granitgänge erhalten an ihrer Gränze und in ihren Ausläufern eine dichte, felsitische Beschaffenheit, oder werden dort zu förmlichen Felsitporphyren. Endlich umschliessen sie nicht selten Fragmente des Nebengesteines, welche gerade in den Gängen der Granite zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören.

Als Beispiel eines sehr mächtigen und etwa 1 Meile langen Granitganges ist der Syenitgranitzug zu erwähnen, welcher in Sachsen, auf dem linken Elbufer, aus dem Lockwitzthale über Tronitz bis in das Müglitzthal oberhalb Wesenstein verfolgt werden kann; in seiner nördlichen Hälfte besteht er aus Syenit, in der südlichen Hälfte aus Granit, welcher zuletzt eine fast gneissartige Beschaffenheit annimmt; übrigens streicht er den Schichten der Urschieferformation so nahe parallel, dass er in der That als ein Lagergang betrachtet werden kann, welcher mit der grossen Syenitgranit-Decke des Elbthales in sehr genauer Beziehung stehen dürfte, wie diess sowohl die absolute Identität seines Gesteins, als auch seine nachbarliche Position und die Uebereinstimmung seiner Richtung mit der südwestlichen Gränzlinie jener Decke beweist; (Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft V, S. 88). Von dem 3 Meilen langen Granitgange im Gebiete der Sächsischen Granulitformation ist schon oben (S. 194) die Rede gewesen.

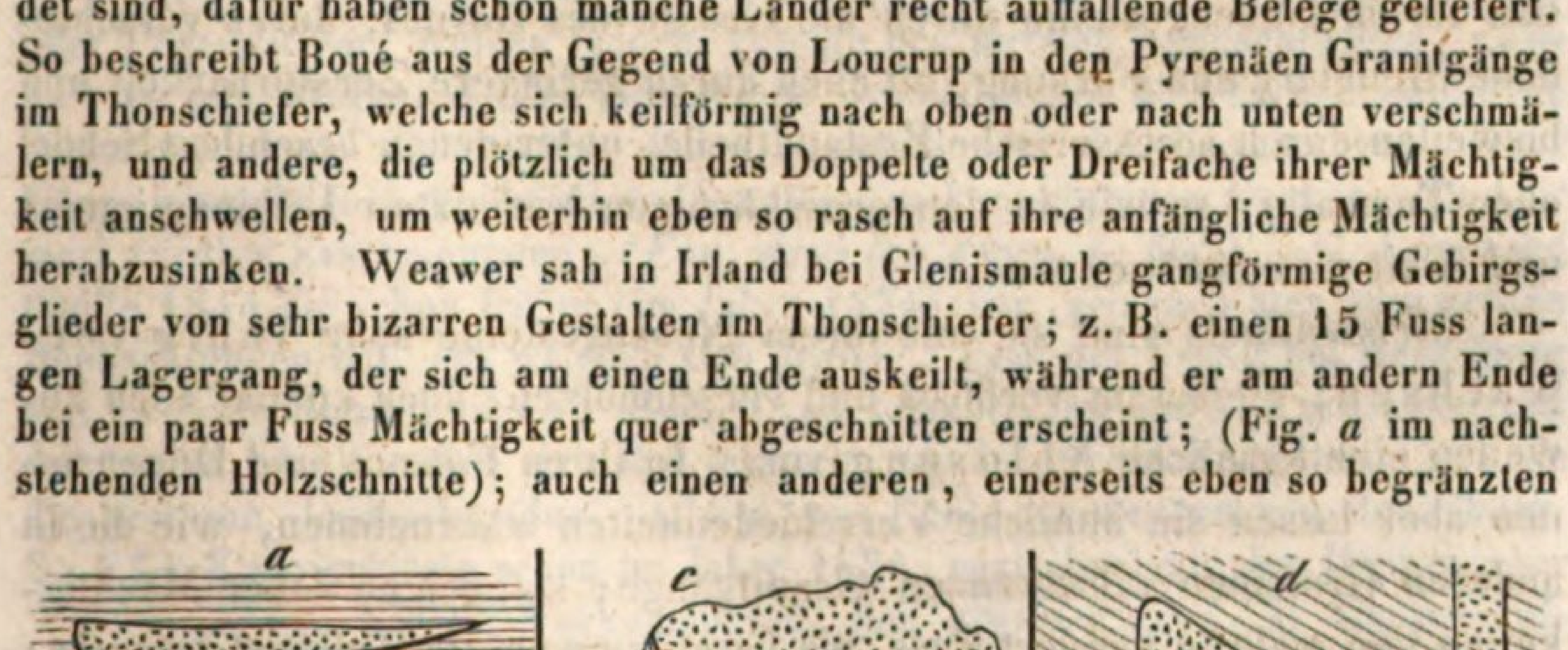
Bisweilen setzen mehre dergleichen mächtige Gänge nahe bei einander in paralleler Richtung auf. So berichtet G. Rose, dass das Schiefergebirge bei Beresowsk von sehr vielen, unter einander ziemlich parallelen Granitgängen

durchschnitten werde, welche gewöhnlich 18 bis 20 Lachter mächtig sind, und senkrecht von Norden nach Süden streichen. (Reise nach dem Ural, I, 186 f.) Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in einem weit grossartigeren Maassstabe in der Gegend von Katharinenburg, wo der Hauptgranit des Ural in mehren, sehr mächtigen gangartigen Zügen von 2 bis 10 Werst Breite die Urschieferformation, oder das sogenannte metamorphische Gebirge durchsetzt; (ebendas. II, 555).

Ein merkwürdiges System von mächtigen Lagergängen im Thonschiefer beschreibt Weawer aus der Gegend von Arklow in Irland. Die Schieferformation lehnt sich dort in 70 bis 80° geneigten Schichten an die Granitkette, und umschliesst unmittelbar an ihrer Gränze vier Lagergänge von Granit, von denen der erste 11, der zweite 16, der dritte 160, und der vierte 21 Faden mächtig ist; der erste wird vom Hauptdepot des Granites durch eine 8 Faden mächtige Thonschieferzone abgesondert, während zwischen ihm und dem zweiten Granitgange der Thonschiefer auf 149 Faden weit ansteht, dieser zweite und der vierte Gang aber ganz nahe im Liegenden und Hangenden des mächtigsten, dritten Lagerganges auftreten; (*Trans. of the geol. soc. V, p.* 171).

Granitgänge von geringerer Mächtigkeit gehören im Gebiete der Urgneissformation, Urschieferformation und Uebergangsformation zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen, geben sich aber doch dadurch als Dependenzen grösserer Granit-Ablagerungen zu erkennen, dass sie fast immer in der Nachbarschaft derselben vorkommen. Sie sind bald als unzweifelhafte Gänge, bald als Lagergänge ausgebildet, und treten bisweilen in solcher Menge und in so dichtem Gedränge auf, dass sie förmliche Geflechte und Netzwerke bilden, indem sie das Nebengestein nach allen Richtungen durchziehen, sich gegenseitig durchkreuzen und anastomosiren.

In welchen seltsamen Formen aber diese Gänge zuweilen ausgebildet sind, dafür haben schon manche Länder recht auffallende Belege geliefert. So beschreibt Boué aus der Gegend von Loucrup in den Pyrenäen Granitgänge im Thonschiefer, welche sich keilförmig nach oben oder nach unten verschmälern, und andere, die plötzlich um das Doppelte oder Dreifache ihrer Mächtigkeit anschwellen, um weiterhin eben so rasch auf ihre anfängliche Mächtigkeit herabzusinken. Weawer sah in Irland bei Glenismaule gangförmige Gebirgsglieder von sehr bizarren Gestalten im Thonschiefer; z. B. einen 15 Fuss langen Lagergang, der sich am einen Ende auskeilt, während er am andern Ende bei ein paar Fuss Mächtigkeit quer abgeschnitten erscheint; (Fig. *a* im nachstehenden Holzschnitte); auch einen anderen, einerseits eben so begränzten



Merkwürdige Granitgänge

bei Glenismaule, bei Valorsine, bei Näverdal.

Lagergang (Fig. *b*), der sich plötzlich umbiegt, und nach der entgegengesetzten Seite rückläufig wird, bis er sich endlich in zwei Trümer zerschlägt und zu Ende geht; (*Trans. of the geol. soc. V, p.* 158).

Necker-de-Saussure beschreibt aus dem Thale von Valorsine, unter anderen hierher gehörigen Erscheinungen, zwei mächtige Granitgänge, welche, die senkrechten Gneissschichten durchschneidend, sich aufwärts gegen einander neigen, und endlich in einer grossen, über 100 Fuss breiten und 60 Fuss hohen, ganz unregelmässig gestalteten Granitmasse vereinigen; (Fig. *c*). Auf Dovrefjeld in Norwegen, bei Näverdal und Quickne, tritt der Granit ebenfalls in ganz merkwürdigen Formen im Thonschiefer auf; bald lagerartig, bald gangartig, vereinigt bisweilen eine und dieselbe Masse die Regel beider Lagerstätten in sich, indem, was erst als Lager den Schichten parallel lief, auf einmal einen Winkel bildet, und nun als Gang die Schichten durchschneidet, wie z. B. die in Fig. *d* dargestellte Masse dicht bei Näverdal; (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 314).

Wie aber dergleichen Granitgänge im Gneisse, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwackenschiefer, Granulite, ja selbst in Kalksteinen (wovon weiter unten) und in anderen geschichteten Gesteinen, so treten sie auch gar nicht selten innerhalb des Granites selbst auf, und solche Granitgänge im Granit haben die Aufmerksamkeit der Geologen gar vielfältig in Anspruch genommen. Gewöhnlich ist ihr Gestein weit feinkörniger, als dasjenige des sie umschliessenden Granites; bisweilen findet aber auch das Gegentheil Statt, indem sie entweder durchaus, oder wenigstens in ihrer Mitte aus grobkörnigem, und selbst aus grosskörnigem Granite bestehen; jedenfalls aber unterscheiden sie sich von ihrem Nebengesteine durch die Grösse des Kornes, durch verschiedene Mengung und Färbung, oft auch durch geringere Zerstörbarkeit und bisweilen durch accessorische Bestandtheile, unter denen besonders Schörl oder Turmalin, so wie in den grosskörnigen Varietäten Lithionglimmer und Albit zu erwähnen sind.

Meistentheils sind sie mit ihrem Nebengesteine sehr innig verwachsen, gleichsam verflösst und verschmolzen; doch kommt auch zuweilen eine förmliche Ablosung vor. In ihren Formen und Dimensionen aber lassen sie ähnliche Verschiedenheiten wahrnehmen, wie die in anderen Gesteinen aufsetzenden Granitgänge; sie zeigen daher Mächtigkeiten von mehren hundert Fuss, bis herab zu wenigen Zoll und darunter; auch kommen sie bald einzeln, bald in grösserer Anzahl beisammen vor. Fragmente ihres Nebengesteines scheinen sie gar nicht, oder nur äusserst selten zu enthalten.

Dass es wirklich in den meisten Fällen ein feinkörniger Granit ist, welcher gangförmig innerhalb anderer Granite erscheint, dafür spricht die grosse Mehrzahl der Beobachtungen. So erwähnte schon Voigt einen Gang

von sehr feinkörnigem Granit im grobkörnigen Granite an der Schalleithe, bei Altenstein am Thüringer Walde, und Heim gedenkt einiger anderen Vorkommnisse der Art, obwohl er sie nicht für Gänge halten will. Pötzsch beschreibt feinkörnige Granitgänge von Petersdorf im Riesengebirge, in der Nähe des schönen Wasserfalls, mit dem die Kochel in den Zacken stürzt; sie sind von 1 Linie bis 12 Zoll mächtig, durchschneiden sich unter allen Winkeln, verrücken einander, gabeln sich zum Theil, und verlieren sich an ihren Enden mit immer abnehmender Breite unvermerkt im grobkörnigen Granite; bei einigen, die 20 bis 30 Fuss Länge haben, könne man an beiden Enden das Verschwinden vollkommen deutlich wahrnehmen; (Bemerkk. und Beobb. über das Vork. des Granites etc. S. 7). Auch G. Rose bemerkt, dass es ein feinkörniger Granit sei, welcher im Centralgranite des Riesengebirges so häufig Gänge bildet. Carne in seinen Abhandlungen über die Cornwaller Granite, so wie v. Dechen und v. Oeynhausen bestätigen dasselbe für Cornwall. Auch in Sachsen werden der Granit und der Syenit an beiden Elbufern sehr häufig von feinkörnigen Granitgängen durchsetzt; ganz dasselbe Verhältniss wiederholt sich in der Granitpartie von Niederbobritzsch bei Freiberg, und in der Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, in welchen dergleichen Gänge mehrfach bekannt sind. Unter anderen setzt am Kammerberge bei Breitenbrunn ein sehr deutlicher unten 4 Fuss mächtiger, nach oben schmälerer Gang auf, welcher vom grobkörnigen Granite scharf getrennt, und seinen Salbändern parallel plattenförmig abgesondert ist; bei Carlsbad aber, wo Leopold v. Buch schon im Jahre 1792 zweierlei Granite unterschied, hat v. Warnsdorff, eben so wie früher bei Marienbad, häufige Gänge feinkörnigen Granites im grobkörnigen nachgewiesen. Auch bei Heidelberg, im Odenwalde und Schwarzwalde sind es nach G. Leonhard, Walchner und Merian zunächst feinkörnige Granite, welche Gänge und Adern im grobkörnigen oder porphyrartigen Granite bilden.

Indessen kommen auch bisweilen Gänge von grosskörnigem Granit oder Pegmatit vor, welche jedoch, zufolge den meisten Beobachtungen, jünger zu sein pflegen, als der feinkörnige Granit, dessen Massen und Gänge sie durchschneiden. So erwähnt schon Saussüre aus der Gegend von Sémur Gänge eines höchst grobkörnigen Granites im kleinkörnigen Granite, als sehr merkwürdige Erscheinungen; (*Voy. dans les Alpes*, §. 602). G. Leonhard theilte 1844 die schon früher (im Jahre 1831) von seinem Vater angestellten Beobachtungen mit, aus welchen sich ergiebt, dass der Granit bei Heidelberg von zweierlei Granitgängen, nämlich von feinkörnigen und von grosskörnigen durchsetzt wird, wobei sich die letzteren als die jüngsten ergeben, weil sie die ersteren durchschneiden. (Beitr. zur Geol. der Gegend von Heidelberg, S. 4 f.) Kapp erklärte schon im Jahre 1834, nach Analogie der Heidelberger Vorkommnisse, den grosskörnigen, in Gängen auftretenden Granit von Carlsbad für den jüngsten der dortigen Gegend; (Neues Jahrb. 1834, S. 254 und 266). Diess ist später durch v. Warnsdorff bestätigt worden, welcher unter anderen beistehendes Bild einer am sogenannten Böhmischen Sitze aufragenden Felswand mitgetheilt und beschrieben hat. Der grobkörnige Granit (1) ruht dort auf dem (jüngeren) feinkörnigen Granite (2), welcher letztere, fast parallel der schiefen Gränzfläche,



von einer 1 bis 2 Fuss mächtigen Lage grosskörnigen Granites (3) durchsetzt wird, die einen Ausläufer quer durch den feinkörnigen bis in den grobkörnigen Granit hinauftreibt; (Neues Jahrb. für Min. 1846, 394).

Indessen berechtigen diese und ähnliche Erscheinungen durchaus nicht zu der Folgerung, dass die Grösse des Kornes allein ein Unterscheidungsmittel für das gegenseitige Alter der Granite abgebe. Cotta beschreibt einen Fall aus der Gegend zwischen Falkenau und Altsattel in Böhmen, wo ein feinkörniger Granitgang einen grobkörnigen Gang durchschneidet, während beide in einem mittelkörnigen Granite aufsetzen, (Neues Jahrb. 1840, 326), und G. Rose berichtet, dass die im Centralgranite des Riesengebirges aufsetzenden Gänge von feinkörnigem Granit in ihrer Mitte oft drusig und äusserst grobkörnig werden, indem der Quarz und der Feldspath in grossen Massen ausgebildet sind, welche für Glas- und Porcellanfabriken gewonnen; (Poggend. Ann. Bd. 56, S. 623). Auch ist es ja eine in vielen Granitgängen vorkommende Erscheinung, dass sie an ihren Salbändern feinkörniger sind, als in der Mitte; wie diess auch v. Dechen und v. Oeynhausen an mehren, im Granite aufsetzenden Granitgängen Cornwalls, z. B. bei Mousehole und Tol-Pedn-Penwith, beobachtet haben.

Uebrigens sind auch die oben S. 213 aus der Gegend von Chanteloube, Vilate u. a. Orten Frankreichs erwähnten Gänge eines grosskörnigen Granites, den Alluaud einen *granite gigantesque* nennt, eben so wie die durch ihre schönen Mineral-Einschlüsse bekannten Gänge der Insel Elba, welche nach Krantz meist im dortigen kleinkörnigen Granite aufsetzen, als Beispiele von solchen Granitgängen im Granit zu erwähnen, welche grobkörniger als ihr Nebengestein sind; (Krantz in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, 1841, S. 388 und 398).

Nur selten zeigen diese Granitgänge eine so gleichartige petrographische Beschaffenheit mit dem sie einschliessenden Granite, dass sie fast nur in Folge der Verwitterung sichtbar werden, indem sie, etwas schwerer zerstörbar als ihr Nebengestein, auf der Oberfläche desselben wie Leisten hervorragen. Dergleichen kleine Granitgänge kommen z. B. in den Pyrenäen vor, von wo sie schon Ramond (*Voy. au M. Perdu*, 1801, *p*. 24) aus der Gegend von Néouvielle, später Charpentier, und neuerdings Alluaud aus der Gegend von Cauterets beschrieben hat. Sie sind meist 4 bis 5 Meter lang, 6 bis 7 Centimeter stark, stehen 3 bis 4 Centimeter hervor, und finden sich gewöhnlich in grösserer Anzahl beisammen, indem sie zwei, sich schiefwinkelig schneidende Systeme von parallelen Gängen, und daher auf der Oberfläche ein Netz mit rhombischen Maschen bilden. (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, 1844, *p*. 378 ff.) Angelot, welcher noch vor Alluaud die Aufmerksamkeit wieder auf diese Gänge gelenkt hatte, sagt, dass sie doch etwas feinkörniger als ihr Nebengestein seien.

Die Entstehung dieser Granitgänge im Granit, so wie ihr eigentliches Verhältniss zum Nebengesteine ist auf verschiedene Weise erklärt worden. Die richtigste Ansicht dürfte wohl die sein, welche Charpentier aufstellte, dass sie als Spaltengänge zu betrachten sind, welche sich sogleich oder doch sehr bald nach der Erstarrung des sie einschliessen-

den Granites bildeten, als noch granitisches Material zu ihrer Ausfüllung vorhanden war; (*Essai sur la const. géogn. des Pyr.* 1823, *p.* 158). Dieselbe Ansicht ist auch später von De-la-Beche, Bronn, G. Bischof, und Angelot ausgesprochen worden, und dürfte sich wohl gegenwärtig des Beifalls der meisten Geologen zu erfreuen haben. Ihr zufolge würden also diese Gänge Injectionen von granitischem Material sein, welches, abstammend von dem noch flüssigen Granite der Tiefe, in die Spalten des oberen, bereits erstarrten Granites eingepresst wurde. Daher sind denn wohl auch diese Gänge nur als etwas jüngere Formationsglieder, gleichsam als Nachgeburten derselben Granitformation zu betrachten, in deren Bereiche sie vorkommen. Dasselbe möchte auch von den Stöcken und Kuppen des feinkörnigen Granites anzunehmen sein, welche so oft innerhalb grösserer Ablagerungen des grobkörnigen Granites auftreten.

Man hat sie auch oft für gleichzeitige Ausscheidungen oder Concretionen des umgebenden Granites gehalten, und dieselbe Ansicht sogar für die im Schiefer und in anderen Gesteinen aufsetzenden granitischen Gänge und Apophysen geltend zu machen gesucht. Auf diese letzteren kommen wir weiter unten zu sprechen; wie wenig aber jene Ansicht auch für die im Granite aufsetzenden Granitgänge gerechtfertigt sei, diess ergiebt sich daraus, dass sie bisweilen eine sehr scharfe, sogar mit Rutschflächen versehene Ablosung, oder auch ein förmliches Besteg, d. h. an ihren Salbändern eine fremdartige Einfassung zeigen; dass sie nicht selten eine symmetrische, nach der Mitte hin immer grobkörnigere, oder wohl gar drusige Structur erkennen lassen; und dass man in seltenen Fällen sogar beobachtet hat, wie sie durch eingeschlossene Schieferfragmente hindurch, oder in den äusseren Schiefer hinaus laufen, ohne ihre Beschaffenheit zu ändern.

Eines Falles der ersten Art gedenkt Hitchcock von Williamsburgh in Massachusetts, wo sowohl der grobe Granit, als auch ein in ihm enthaltenes, grosses Glimmerschieferfragment von einem 15 Zoll mächtigen Granitgange durchschnitten wird; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 486 und Fig. 21). Für den zweiten Fall erwähnt Carne ein Beispiel von Carn-Silver, unweit Rosemodris in Cornwall, wo ein feinkörniger Granitgang aus dem groben Granite heraus in den Schiefer verfolgt werden kann; (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, II*, 70). Beide Fälle liefern wohl evidente Beweise für die Posteriorität der Granitgänge im Granite. Auch haben v. Dechen und v. Oeynhausen am Vorgebirge Tol-Pedn-Penwith in Cornwall einen solchen 3 bis 4 Zoll mächtigen Granitgang beobachtet, welcher in einem von ihm ablaufenden Trume das Nebengestein so scharf durchschneidet, dass die grossen Feldspathkrystalle desselben getheilt, und in ihren beiden Hälften wohl $\frac{1}{2}$ Zoll weit verworfen erscheinen; was in der That als ein mathematischer Beweis gegen die gleichzeitige Bildung dieser Granitgänge zu betrachten ist; (Karstens Archiv für Bergbau, Bd. 17, S. 28).

Noch erwähnen wir die Ansicht Saussüre's, dass diese Gänge durch wässerige Infiltration, die Ansicht Ramond's dass sie durch eine etwas frühere

Erstarrung innerhalb der Masse ihres Nebengesteins gebildet worden seien, so wie endlich die Hypothese Alluaud's, dass sie da, wo sie, bei fast gleicher Beschaffenheit mit ihrem Nebengesteine, wie blose Leisten auf der Oberfläche desselben hervortreten (wie bei Cauterets) nur als Ausfüllungen analoger Vertiefungen eines präexistirenden, aber jetzt nicht mehr vorhandenen Gesteines zu betrachten seien.

Wenn es als erwiesen gelten kann, dass die Granitadern im Granite überhaupt als Injections-Producte zu betrachten sind, so lässt sich auch erwarten, dass die zugleich, d. h. durch denselben Act der Injection gebildeten Gänge da, wo sie einander begegnen und kreuzen, in stetigem Zusammenhange stehen, und keine gegenseitigen Durchsetzungen zeigen werden. Diese Voraussetzung wird auch durch die Beobachtung vollkommen bestätigt. Dagegen müssen die successiv, d. h. durch verschiedene, auf einander folgende Injectionen gebildeten Gänge an ihren Kreuzungspuncten Durchsetzungen hervorbringen, aus deren Verhältnissen, nach der oben, S. 64 mitgetheilten Regel auf ihr relatives Alter geschlossen werden kann; wobei es übrigens gleichgiltig ist, ob die Durchsetzung mit einer Verwerfung verbunden ist, oder nicht. Nach dieser Regel hat man nicht nur erkannt, dass im Granite zuweilen Granitgänge von zweierlei verschiedenem Alter vorkommen, wie diess bereits oben, bei Erwähnung der grosskörnigen Granitgänge, bemerkt wurde, sondern man hat sogar in einigen Fällen dreierlei successive Granitgänge im Granite beobachtet, welche Fälle daher überhaupt auf vier verschiedene Acte der Eruption schliessen lassen.

Hitchcock erwähnt ein Beispiel dieser Art von West-Hampton in Massachusetts, wo ein 20 Fuss grosser Granitblock von mehren Granitadern dergestalt durchsetzt wird, dass die gegenseitigen Durchsetzungsverhältnisse derselben drei successive Injectionen zu beweisen scheinen; dem mitgetheilten Bilde zufolge finden jedoch zugleich Verwerfungen Statt, welche gerade diesen Fall etwas zweifelhaft erscheinen lassen, obwohl die Sache an und für sich gar nicht unmöglich ist; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 488 und Fig. 25). Ganz unzweifelhaft ist ein anderer von ihm beschriebener Fall, aus der Gegend von Whately, wo jedoch das vorherrschende Gestein Syenit ist; der Syenit wird nämlich zuvörderst von einem zollstarken feinkörnigen Granitgange, dieser von einem fussmächtigen grobkörnigen Gange, und dieser letztere von einem dritten eben so mächtigen Granitgange durchschnitten; (*ibid. p.* 458).

§. 307. *Apophysen granitischer Ablagerungen.*

Unmittelbar an die gangartigen Gebirgsglieder schliessen sich jene merkwürdigen, von den granitischen Stöcken und Gängen in das Nebengestein auslaufenden Apophysen (I, 905) an, die sich nach ihrer Form

und Bildungsweise füglich mit Wurzeln vergleichen lassen, welche, mit unwiderstehlicher Kraft hinausgetrieben, für diese Stöcke und Gänge eine so innige Verknüpfung und Verflechtung mit ihrem Nebengesteine bewirkt haben, wie sie nur für Baumstämme durch ihre Wurzeln mit dem Erdboden hervorgebracht wird. Aber, so wie die Wurzeln eines Baumes mit dessen Stamme nur e i n e n Körper bilden, eben so bilden auch diese Apophysen einen einzigen, stetig zusammenhängenden Körper mit derjenigen grösseren Granitmasse, von welcher sie auslaufen. Es ist diess ein Verhältniss, auf welches schon Hutton ein ganz vorzügliches Gewicht legte.

Solche wurzelartige Ausläufer sind wohl mit zuerst von Saussüre erwähnt worden, der schon im Jahre 1776 bei Lyon Granitadern in der Nähe der dortigen Granitsteinbrüche beobachtete (*Voy. dans les Alpes*, *II*, §. 601), und vier Jahre später aus der Gegend von Valorsine, im dortigen Hornfels, wo dieser dem Granite am nächsten ansteht, Spalten beschrieb, die mit Granit erfüllt sind; (*des fentes, remplies d'un granit, qui s'etoit formé et moulé dans leur intérieur; ibidem* §. 599). Noch später erwähnte er von der Sennhütte de la Para, unweit der Aiguille du Midi ein Granitlager, dessen benachbarte Schichten Adern desselben Granites umschliessen, welche jedoch allmälig weniger deutlich werden, je mehr sie sich von dem Granitlager entfernen; (*ibidem*, *III*, §. 676).

Aber erst seit dem Jahre 1788, nachdem Hutton die merkwürdigen Erscheinungen beschrieben hatte, welche auf der Insel Arran und in Galloway an der Gränze granitischer Ablagerungen vorliegen, wurden die granitischen Apophysen nach ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt, und von Hutton selbst zur Begründung der einzigen naturgemässen Theorie der Granitbildung benutzt. Fast gleichzeitig (1789) erwähnte Lasius die am Harze aus dem Granite in den Hornfels setzenden Granitadern, und in der Folgezeit sind ähnliche Gebilde in so vielen Gegenden beobachtet worden, dass diese Ramificationen der Granite gegenwärtig zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gerechnet werden müssen.

Die F o r m e n dieser Apophysen sind äusserst manchfaltig; bald erscheinen sie als mehr oder weniger langgestreckte K e i l e, bald als gerade oder gewundene P a r a l l e l l m a s s e n, bald als dergleichen T r ü m e r. Die grösseren, plattenförmig gestalteten Apophysen schliessen sich so unmittelbar an die Gänge an, dass sie geradezu als kurze, von einer grösseren Granitmasse auslaufende Gänge zu betrachten sind*). Ihren D i m e n s i o n e n nach sind die Apophysen ebenfalls sehr verschieden; einige lassen sich bis auf viele hundert Fuss Abstand von der Granitgränze verfolgen, während andere nur wenige Fuss weit hinausgreifen; die Mächtigkeit aber, welche

*) So wie umgekehrt viele Granitgänge nur seitliche oder aufwärts gerichtete Apophysen von Granitmassen sind, mit welchen ihr Zusammenhang nicht blosgelegt oder nicht nachzuweisen ist.

bei den keilförmig gestalteten Massen an ihrer Basis mehre hundert Fuss erreichen kann, beträgt in den plattenförmigen Ausläufern gewöhnlich nur einige Fuss oder Zoll, und kann in den kleineren Bildungen dieser Art bis auf wenige Linien herabsinken.

Ganz wunderbar gestaltete Granit-Apophysen beschrieb Macculloch aus Glentilt in Schottland, wo sie namentlich im Kalksteine sehr bizarre Formen annehmen. Zu den merkwürdigsten Gestalten aber dürften wohl diejenigen gehören, welche Hitchcock in dem glimmerreichen Kalksteine von Colrain in Massachusetts beobachtete; dort laufen 1 bis 2 Zoll starke Granitadern in wahrhaft mäandrischen Windungen wie geschlängelte Bänder durch den Kalkstein hin; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 501 und Fig. 47 u. 48).

Manche Apophysen bilden auch Ramificationen, so dass sie mehre Aeste und Zweige unterscheiden lassen, welche theils geradlinig theils krummlinig verlaufen, und im letzteren Falle nicht selten anastomosiren, oder sich gegenseitig zu kreuzen und zu verwerfen scheinen; doch lassen sie immer einen stetigen Zusammenhang erkennen. Wohl aber kommt es vor, dass sie nach ihrer Bildung Durchsetzungen und Verwerfungen von jüngeren Gangbildungen, z. B. von Quarzgängen, erlitten haben. Auch hat man an einigen Granitadern solche Verwerfungen beobachtet, welche durch eine spätere Verschiebung oder Senkung der Schichten des Nebengesteins hervorgebracht worden sind, wofür schon Saussüre ein Beispiel aus Valorsine anführt; (a. a. O. §. 599).

Fast alle Granitapophysen verschmälern sich in ihrem weiteren Verlaufe, und gehen in der Regel durch Auskeilung zu Ende, was bei den schmalen plattenförmigen Trümern bisweilen in einem so feinen Maassstabe geschieht, dass ihre äussersten Enden in papierdünne Lamellen auslaufen. Ueberhaupt tragen die plattenförmigen Ausläufer so ganz entschieden alle Merkmale von Spalten-Ausfüllungen, dass an der Wirklichkeit dieser, schon von Saussüre erkannten Entstehungsweise derselben gar nicht gezweifelt werden kann. Nur selten lassen sie an ihren Enden Anschwellungen, oder auch eine Vereinigung zu grösseren, nest- oder klotzförmigen Massen erkennen; kleinere Apophysen liegen aber bisweilen in einer solchen Weise entblöst vor, dass sie wie völlig abgetrennte Granitnester im Nebengesteine erscheinen.

Beispiele von Auskeilungen der Granitadern in ganz dünnen Lamellen erwähnen unter Anderen Hutton, Playfair und James Hall von vielen Puncten Schottlands, so wie Macculloch aus dem Glentilt daselbst (*Trans. of the geol. soc. III,* 267) wo er auch des Vorkommens von scheinbar isolirten Granitnestern im Kalksteine gedenkt, *presenting rather the aspect of detached lumps and irregular processes, than of veins.* Auch Hoffmann sah am Harze, am Rehberger Graben äusserst fein auslaufende Granitadern; (Uebersicht der orogr. und geogn. Verh. des NW.Deutschl. S. 398).

Ueber das Vorkommen der Granit-Apophysen lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass sie bald einzeln, bald in geringerer oder grösserer Anzahl beisammen auftreten, während sie auch oft auf grosse Strecken vermisst werden. Besonders an solchen Stellen, wo Granitstöcke mit untergreifender Lagerung ausgebildet, und also gänzlich oder theilweise vom Nebengesteine bedeckt sind, da pflegen die Apophysen sehr zahlreich aufzutreten, da wird dieses Nebengestein oft von förmlichen Geflechten und Netzwerken granitischer Adern durchzogen, bei deren Anblick man sich unwillkürlich an die gewaltsamen Angriffe erinnert fühlt, welche das granitische Material auf das ihm Widerstand leistende Nebengestein ausgeübt hat.

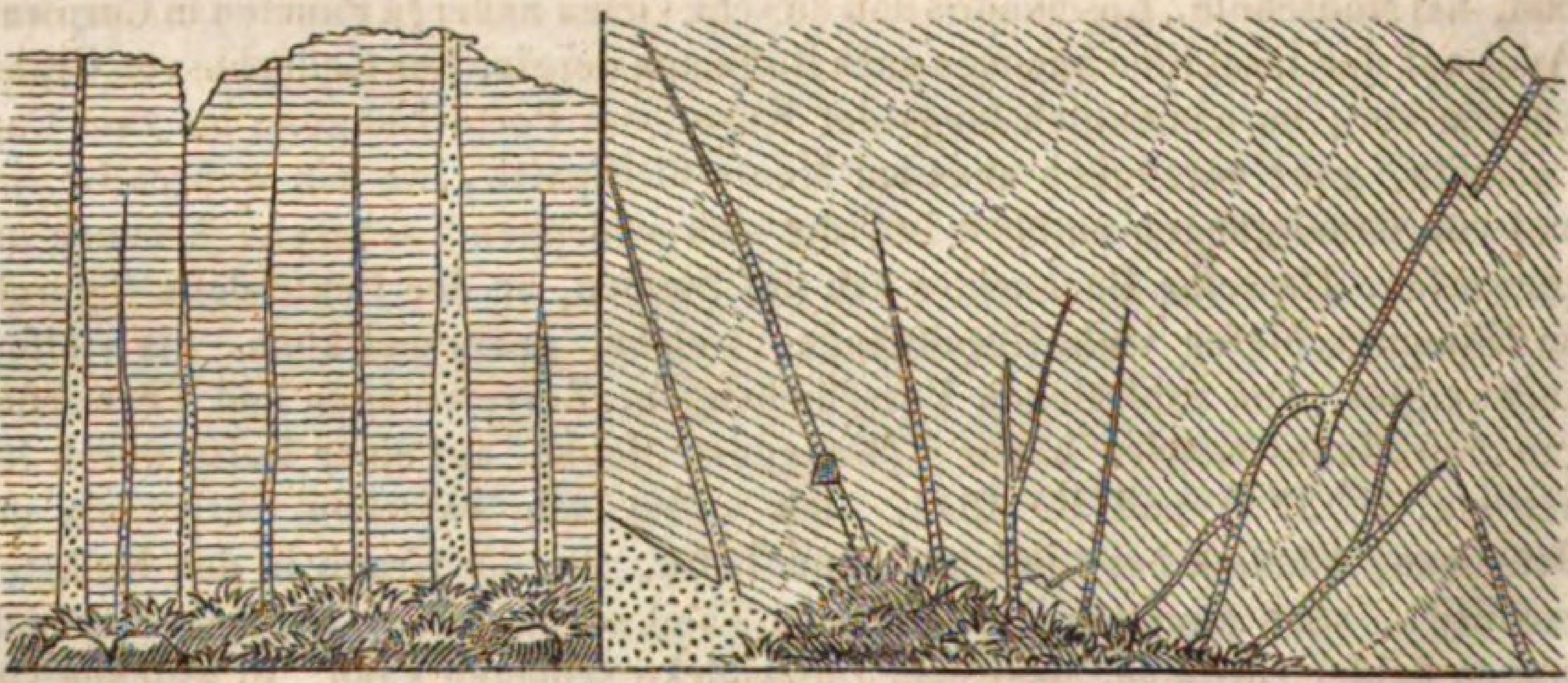
Solche Netzwerke sah z. B. Hutton am Goatfield auf der Insel Arran, Macculloch im Glentilt, an der Gränze des Thonschiefers und Kalksteins gegen den unterliegenden Granit, welcher letztere die beiden ersteren Gesteine in den wunderbarsten Formen durchflochten hat; desgleichen am Cape Wrath*); auf den Inseln Tirey und Coll, wo der Gneiss hier und da von einer solchen Menge sich vielfach kreuzender und verzweigender Granitadern durchzogen wird, dass er stellenweise fast verdrängt erscheint; und am Berge Cruachan in Argyllshire, wo die Erscheinungen sogar noch auffallender sein sollen, als im Glentilt. Nach Forbes wird am Polmear-Cliff in Cornwall der Schiefer von zahllosen Granitgängen durchzogen, unter denen sich zwei, von 12 und 20 Zoll Mächtigkeit, kreuzen und scheinbar um 4 Fuss verwerfen; ähnliche Erscheinungen wiederholen sich an den Zennor-Cliffs, an der Whitsand-Bay unweit Landsend, bei Mousehole, Rosemodris und an sehr vielen anderen Puncten in Cornwall. Auch auf der Insel Elba kommen nach Hoffmann dergleichen Geflechte von Granitgängen vor; so namentlich längs der Küste von Porto-Lungone bis zum Capo Calamita, ganz vorzüglich aber am Monte-di-Riparte, wo ein wahres Gewimmel von Granitgängen entblöst ist, die sich schleppen, scharen, kreuzen und verwerfen. Derselbe Beobachter sah auf Sicilien, an der Punta-della-Figurella im Glimmerschiefer viele Granitgänge, welche, gross und klein, ein vielfach verzweigtes, von zahlreichen Verschiebungen, Zerreissungen und Verwerfungen betroffenes Geäder bilden; (Geognost. Beobb. auf einer Reise durch Italien etc. S. 37 f. und S. 351). Ich selbst sah zwischen Christiania und Drammen, nämlich bei Gjellebäck und Tufte, wo der Granit in den Kalkstein ramificirt, sehr merkwürdige und zum Theil so ins Kleine gehende Verflechtungen beider Gesteine, dass man Handstücke schlagen kann, in welchen sich mehre durch den Kalkstein hinschwärmende Granitadern zugleich finden. (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 31 f.) Und so liessen sich noch viele andere Beispiele solcher Durchflechtungen des Nebengesteins mit Granitadern anführen, welche überhaupt an der Gränze sehr vieler Granitstöcke vorauszusetzen sind, obwohl sie nicht überall entblöst vorliegen.

Die Richtung, in welcher die Granit-Apophysen auslaufen, hängt einestheils von der Lagerung des Nebengesteins, anderntheils von der Lage der granitischen Gränzflächen ab. Fallen diese letzteren steil in die

*) Vergl. die Holzschnitte im 1. Bde. S. 965.

Tiefe, und liegt der Granit überhaupt mehr neben, als unter dem angränzenden Schiefergebirge, so werden seine Gänge und Ausläufer seitwärts in dasselbe hinausdringen; wogegen sie da, wo das Schiefergebirge dem Granite aufliegt, als verticale oder doch steil aufwärts steigende, und sich nach oben auskeilende Gänge erscheinen können. Obgleich übrigens die Apophysen aller Art die Schichten des Nebengesteins gewöhnlich durchschneiden, so haben sie doch auch nicht selten auf ziemliche Distanzen einen der Schichtung parallelen Verlauf, und erscheinen dann als Lagergänge, oder auch als schmale, bisweilen in mehrfacher Wiederholung mit den Schichten abwechselnde Granitlagen; auch gehen mitunter von transversalen Gängen seitliche Verzweigungen aus, welche auf den Schichtungsfugen des Nebengesteins eingedrungen sind.

Aufsteigende, und sich nach oben auskeilende Granitgänge, auf deren Vorkommen schon Hutton ein besonderes Gewicht legte, sind in Schottland und Cornwall mehrorts beobachtet worden; so unter anderen sehr schön in Carnsilver-Cove bei Rosemodris, wo an einer 250 Fuss hohen Wand von Schiefer (Killas) mehre, 2 bis 6 Zoll mächtige Gänge aus dem tiefer liegenden Granite heraufdringen und sich fast sämmtlich auskeilen, lange bevor sie die Höhe der Felswand erreichen, wie es das nachstehende, aus v. Dechens und v. Oeynhausens Abhandlung entlehnte Bild zeigt, in welchem linker Hand der Eingang eines Versuchsortes zu sehen ist, das auf einem dieser Gänge betrieben worden ist.



Aufwärts steigende Granitgänge
an den Seilthüren, in Carnsilver-Cove.

In einem kleineren Maassstabe, aber mit grösserer Regelmässigkeit, ist eine ganz ähnliche Erscheinung an den sogenannten Seilthüren, bei Auerhammer unweit Schwarzenberg in Sachsen ausgebildet. Die Felswand besteht aus einem Mittelgesteine zwischen Gneiss und Glimmerschiefer, dessen Schichten 20 bis 25° in West einschiessen; die Granitgänge sind vertical, und scheinen einander meist parallel zu streichen, nehmen von unten nach oben an Mächtigkeit ab, und spitzen sich endlich aus, wie es vorstehendes, von Otto Freiesleben aufgenommenes Bild darstellt.

Mehrfache Abwechslungen von lagerähnlichen Granitbändern mit Schiefer, Quarzit, und sogar mit Kalkstein beschrieb Macculloch aus Glentilt in Schottland. Hawkins berichtet, dass an der Cornwaller Küste bei Porthleven viele Granitlagen von 1 Zoll bis 10 Fuss Stärke mit dem Schiefer regelmässig abwechseln, und fügt hinzu, dass Thomas, in der Erläuterung zu seiner Charte über den grossen Bergwerksdistrict Cornwalls, bemerkte, wie daselbst in vielen, dicht an den Granitgränzen liegenden Gruben Wechsellagerungen von Granit und Schiefer zu beobachten seien. (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall*, *II*, 380 f.) Aehnliche Erscheinungen beschreibt Gumprecht von der Granitgränze bei Eule in Böhmen, wo am rechten Ufer der Sazawa Granit und Thonschiefer mehrfach, in 20 und mehre Fuss mächtigen Massen mit einander abwechseln, so wie von Rzinkau, wo der Schiefer neben der steilen Granitgränze 9 bis 10 schmale Granitstreifen enthält; (Karstens Archiv, X, 1837, 510 und 533).

Was die Verknüpfung zwischen den Granit-Apophysen und dem Nebengesteine betrifft, so findet bald eine sehr innige Verschmelzung und Verflössung, bald eine scharfe Demarcation bei fester Verwachsung, bisweilen aber auch eine förmliche Ablosung, und selbst eine bestegartige Zwischenbildung Statt. Dabei erscheint die Parallelstructur des unmittelbar angränzenden Nebengesteins oft gestört, gewaltsam umgebogen, gestaucht, oder aufgeklafft. Auch enthalten die grösseren Apophysen gar nicht selten Fragmente des Nebengesteins, dergleichen auch in den Granitstöcken gewöhnlich da besonders häufig zu sein pflegen, wo sie an ihren Gränzen in das Nebengestein ramificiren. Endlich haben diese Apophysen zuweilen auffallende Metamorphosen des angränzenden Nebengesteins hervorgebracht.

Besonders im Granite, Gneisse, Granulite und in anderen feldspathreichen Gesteinen kommt oft eine sehr innige Verschmelzung der Granitadern mit dem Nebengesteine vor. Dagegen bemerkte Berger, dass sich in Cornwall der Schiefer gewöhnlich durch einen Hammerschlag vom Granite ablösen lasse, was er als einen Beweis betrachtete, dass keine Penetration, sondern blose Juxtaposition beider Gesteinsmassen Statt gefunden habe, indem er sehr treffend hinzusetzte: *as if one had been moulded in the crevices of the other*, obgleich er damals noch die Präexistenz des Schiefers zu bezweifeln geneigt war; (*Trans. of the geol. soc. I*, 145). Die vorhin erwähnten Granitgänge an den Seilthüren werden gewöhnlich an beiden Salbändern durch daselbst angehäuften Quarz von ihrem Nebengesteine abgesondert. Die Fragmente des Nebengesteins führte schon Playfair als einen Beweis gegen die Ansicht an, dass die Granitadern durch Infiltration gebildet worden seien, weil man nicht begreife, wie sie in die Spalten gelangen und daselbst suspendirt bleiben konnten, bis sie durch die vom Wasser abgesetzte Granitmasse umschlossen wurden; (*Explication etc.* 226). Sehr merkwürdig sind nach Hoffmann die Granitgänge, welche bei Gojosa in Sicilien den im Gneiss eingelagerten Kalkstein nach vielen Richtungen durchsetzen; an den Contactpuncten, wo Verschiebungen und Zerknickungen der Kalkschichten Statt gefunden haben, sieht

man sehr oft ein Salband von stumpfeckigen, über einander gerollten Kalksteinbrocken; auch eingeschlossene Fragmente des lichtblaulichgrauen ganz unveränderten Kalksteins fehlen nicht in diesen Gängen; (Geogn. Beobb. etc. S. 352).

Endlich haben wir noch die Gesteinsbeschaffenheit der Granit-Apophysen in Betrachtung zu ziehen. Die mächtigeren unter ihnen bestehen oft wesentlich aus derselben Gesteins-Varietät, wie diejenige Granit-Ablagerung, von welcher sie abstammen, und selbst die schmalen, gang- und trumförmigen Ausläufer zeigen bisweilen keine sehr auffallende Veränderung des Gesteinshabitus. In solchen Fällen pflegt nur die, schon mehrfach erwähnte Erscheinung vorzukommen, dass das Gestein an den Salbändern auffallend feinkörniger ist, als in der Mitte, oder auch, jedoch weit seltener, das Gegentheil. — Gar häufig aber lassen namentlich die kleineren Apophysen in ihrer ganzen Mächtigkeit eine fortwährende Verfeinerung des Kornes erkennen, je mehr sie sich von der granitischen Hauptmasse entfernen; was bisweilen so weit geht, dass sie zuletzt mit einem dichten, felsitartigen Gesteine zu Ende gehen. Mit dieser Verfeinerung des Kornes ist aber auch nicht selten eine Veränderung in der Zusammensetzung des Gesteins verbunden, indem anfangs der Glimmer, weiterhin auch der Feldspath zurücktritt, so dass solche granitische Adern in ihrem Verlaufe ganz allmälig aus vollkommenem Granite, durch ein aus Quarz und Feldspath bestehendes Gemeng, in Felsit, und endlich in Hornstein oder Quarz übergehen, mit welchem sie sich auskeilen*). Nur selten erscheinen auch die kleinen Granitadern sehr grobkörnig, wie z. B. nach Boué bei Portsoy in Schottland.

Diese merkwürdigen Verhältnisse sind offenbar mit der analogen Erscheinung verwandt, dass auch bisweilen grössere Granitmassen und isolirte Granitgänge an ihren Gränz- und Contactflächen einer Verfeinerung und Verdichtung unterliegen. Sie werden übrigens aus verschiedenen Gegenden erwähnt. So berichtet Macculloch in seiner classischen Abhandlung über Glentilt, dass die daselbst mit dem Kalkstein und Schiefer interferirenden Granitadern, so lange sie noch einige Zoll dick sind, als Granit oder Syenit erscheinen, dass sie aber bei weiterer Verdünnung in ein feinkörniges, und endlich in ein ganz dichtes Gemeng von Quarz und Feldspath übergehen, worin

*) Die bisweilen beobachtete Erscheinung, dass Granitadern zuletzt in Serpentin oder Steatit übergehen, beruht wohl jedenfalls auf einer späteren Umwandlung des granitischen Gesteins in solche Magnesia-Silicate. So hat noch neulich Cotta beobachtet, wie die schon durch Marzari-Pencati bekannt gewordenen Serpentingänge im Marmor von Predazzo aus dem dortigen Granite entspringen (Geol. Briefe aus den Alpen, S. 197), wodurch denn Marzari's Angabe von Uebergängen dieses Granites in Serpentin vollkommen bestätigt wird.

selbst das Vergrösserungsglas die Individuen nicht mehr unterscheiden lasse; die Erscheinung sei gar nicht ungewöhnlich, und unter vielen anderen Orten auch am Corpach-Bassin des Caledonischen Canals zu beobachten.

Auf der Insel Arran tritt südöstlich von Loch-Ranza aus dem Thonschiefer eine Granitkuppe hervor, deren Gestein mit jenem von Goatfield ganz identisch ist; die aufliegenden Schiefer werden von zahlreichen Granitadern durchzogen, von welchen Necker-de-Saussure bemerkt, dass sie anfangs allemal grobkörnig und völlig einerlei mit dem Gesteine der Hauptmasse sind, dann aber immer feinkörniger, und zuletzt fast dicht werden; gleichzeitig verliert sich erst der Glimmer, dann der Feldspath, bis das äusserste, spitze Ende jeder Ader nur aus dichtem Quarz besteht; die Adern sind mehre Fuss lang und am Anfange einen Zoll bis einen Fuss stark, keilen sich aber alle scharf aus. (*Voy. en Ecosse, II*, 49 f.) Diese Beobachtungen bestätigt Boué, indem er ein zweites Beispiel von Garviemore im Thale von Drummond hinzufügt, wo im Glimmerschiefer drei grosse, 15 bis 16 Fuss mächtige, einander parallele Granitgänge aufsetzen, zwischen denen zahllose kleinere Gänge nach allen Richtungen verlaufen; die grossen Gänge führen grobkörnigen Granit, die kleineren ein feinkörniges Gemeng aus Feldspath und Quarz, in ihren äussersten Enden aber blos Quarz; einige zeigen fast nur Quarz und Glimmer; (*Essai géol. sur l'Ecosse*, 61). Auch Hoffmann sah bei Messina im Gneisse zahlreiche Granitgänge, die sich z. Th. netzförmig verzweigen, und dabei immer feinkörniger werden bis zum Unkenntlichen. Derselbe treffliche Beobachter theilte schon früher ganz ähnliche Wahrnehmungen mit, welche er am Rehberger Graben, südlich vom Brocken gemacht hatte, wo sich der Granit in eine aufliegende Hornfelspartie verzweigt. Carne stellte es in seiner Abhandlung über die Cornwaller Gänge als eine allgemeine Regel auf, dass der Granit der auslaufenden Gänge von dem des Hauptkörpers verschieden ist; er sei viel feinkörniger, halte viel mehr Quarz, aber sehr wenig, ja bisweilen gar keinen Glimmer.

Ueber die Ausbildungsweise dieser Granit-Apophysen dürften wohl jetzt die meisten Geologen einverstanden sein. Sie sind offenbar Injections-Gebilde, entstanden durch Einpressung des noch flüssigen granitischen Materials in die Spalten und Risse des Nebengesteins, wie solche bei der gewaltsamen Emportreibung und Ablagerung desselben nothwendig gebildet werden mussten. Daher kommen sie auch am zahlreichsten in denjenigen Gneiss- und Schiefermassen vor, welche vom Granite in untergreifender Lagerung getragen und gestützt werden. — Jedenfalls aber sind sie jünger als ihr Nebengestein, und gleich alt mit demjenigen Granitkörper, von welchem sie wirklich auslaufen. Das Letztere ist wohl auch niemals ernstlich bezweifelt worden; in Betreff des Nebengesteins aber wurde nicht selten die Ansicht verfochten, dass sie gleichzeitig mit selbigem gebildet worden seien; ja, Berger hat für die Cornwaller Vorkommnise sogar die Meinung ausgesprochen, dass der Granit sammt seinen Apophysen früher existirte, und erst später vom Schiefer bedeckt worden sei.

Diese letztere Meinung verdient wohl, wie Humphry Davy schon 1818 sagte, gar keine Widerlegung. Was aber die früher, z. B. von Weawer (1819), Forbes (1822), Hitchcock (noch 1823), Martini (1829), Boase (1832) und Mohs behauptete Ansicht von der Gleichzeitigkeit des Granites und seiner Apophysen mit dem Nebengesteine betrifft, so mag es genügen, auf die schon von Hutton und Playfair hervorgehobenen Gegengründe zu verweisen, welche in der durchgreifenden Lagerung dieser Apophysen und in dem Vorkommen von Fragmenten des Nebengesteins gegeben sind. Aber auch ihre materiellen Verhältnisse sprechen dagegen, wie Macculloch bemerkt; denn, wenn die Granitadern wirklich mit ihrem Nebengesteine zugleich entstandene Ausscheidungen desselben wären, so würde es wahrhaftig ganz unbegreiflich sein, wie eine und dieselbe Granitader, welche einestheils durch Thonschiefer oder Gneiss, und anderntheils durch Kalkstein hindurchsetzt, innerhalb so ganz verschiedener Gesteine genau dieselbe mineralische Zusammensetzung, Textur und Beschaffenheit erhalten konnte. Für jeden vorurtheilsfreien Beobachter wird unbedingt jener Ausspruch Davy's Giltigkeit haben, dass jede Granitader in einer Spalte desjenigen Gesteins gebildet wurde, in welchem sie vorkommt, und dass sie folglich jünger ist, als ihr Nebengestein. Die Art und Weise der Ausfüllung dieser Spalten ist aber schon im Jahre 1780 von Saussüre sehr treffend in den oben, S. 255 citirten Worten ausgedrückt worden. Die von Keilhau und neuerdings auch von G. Bischof aufgestellte Ansicht endlich, dass die Granitadern durch eine, längs gewisser Flächen eingetretene Umwandlung ihres Nebengesteins gebildet worden seien, findet schon in der vorhin erwähnten Thatsache ihre vollständige Widerlegung, dass sie bisweilen durch die verschiedensten Gesteine, wie z. B. durch Thonschiefer und Kalkstein, mit völlig unveränderten Eigenschaften hindurchsetzen.

§. 308. *Syenit als selbständige Bildung; Epidosit und Miascit.*

Der Syenit (I, 576) ist ein krystallinisch körniges Gestein, welches in seinen charakteristischen Varietäten wesentlich aus Orthoklas, etwas Oligoklas und Hornblende besteht, neben denen aber auch oft Quarz und Magnesiaglimmer als Bestandtheile auftreten; von accessorischen Bestandtheilen sind besonders Titanit, Pistazit und Magneteisenerz als ziemlich allgemein verbreitete zu nennen, während der Zirkon nur in einzelnen Gegenden bekannt ist, wo er die sogenannten Zirkonsyenite bildet; dasselbe gilt wohl auch vom Apatit und von mancherlei anderen mineralischen Accessorien, wie solche namentlich in dem schönen Syenite des südlichen Norwegen bekannt sind, welcher übrigens fast nur aus Orthoklas und Hornblende besteht. Der Pistazit erscheint weit häufiger in der Form von accessorischen Bestandmassen, denn als eigentlicher Bestandtheil des Gesteins.

Dass der triklinoëdrische Feldspath wirklich Oligoklas sei, diess ist durch G. Rose neuerdings bestimmt ausgesprochen worden, (Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 368); auch vermuthet er, dass der von Delesse im Syenite der Vogesen nachgewiesene Andesin nur ein etwas zersetzter Oligoklas sein dürfte, weil die Interpretation, welche Delesse für seine Analysen geltend gemacht, auf der Annahme des polymeren Isomorphismus beruht, und weil die specifische Selbständigkeit des Andesins selbst noch etwas zweifelhaft ist*). Der Magnesiaglimmer hat meist eine sehr dunkle, schwärzlichgrüne Farbe, und pflegt zumal in denjenigen Varietäten, welche auch Quarz enthalten, häufiger aufzutreten, ja wohl bisweilen die Hornblende gänzlich zu verdrängen. Während der Norwegische Syenit wesentlich nur aus Orthoklas und Hornblende besteht, so giebt es andere Syenite, in welchen die Hornblende so zurücktritt, dass das Gestein fast nur von Feldspath und Quarz gebildet wird; wie in Norfolk und Plymouth in Massachusetts, wo nach Hitchcock zuletzt ein bloses Aggregat von fleisch- bis blutrothem Feldspath und Quarz übrig bleibt.

Dass unter den accessorischen Bestand**theilen** besonders der **Titanit**, wenn auch nur in kleinen und sporadischen Krystallen auftretend, eine sehr gewöhnliche Erscheinung bildet, diess beweisen die Beobachtungen fast aus allen Ländern, wo Syenit vorkommt. In der Gegend von Grossenhain in Sachsen ist er nach Gumprecht bisweilen sehr reichlich vorhanden, (Neues Jahrb. für Min. 1842, 836); dasselbe scheint auch bei Blansko in Mähren der Fall zu sein, wo Reichenbach einen besonderen Titanit-Syenit unterscheidet. Zirkon scheint besonders in den sehr grob- und grosskörnigen Varietäten aufzutreten, wie bei Laurvig, Frederiksvärn uud Brevig in Norwegen; auch ist es bekannt, dass sich die genannten Localitäten noch durch das Vorkommen vieler anderer Mineralien auszeichnen, als: Apatit, Eläolith, Pyrochlor, Polymygnit, auch Thorit, Leukophan, Mosandrit, Wöhlerit, und von wasserhaltigen Silicaten Spreustein und Analcim; (Scheerer, Neues Jahrb. 1843, 641). — Unter den accessorischen Bestand**massen** sind besonders die von Pistazit gebildeten feinen Trümer und Adern zu erwähnen, welche aber nur selten aus deutlich krystallisirtem, meist aus dichtem Pistazit bestehen und in dieser Form den Syenit oft nach allen Richtungen durchschwärmen; auch die Klüfte des Gesteins sind nicht selten mit einem glatten striemigen Ueberzuge von dichtem Pistazit versehen, und erhalten dadurch das Ansehen von Rutschflächen. Ausserdem kommen gar nicht selten feinkörnige, durch reichliche Anhäufung der Hornblende dunkel gefärbte Concretionen vor, welche wohl bisweilen irrigerweise für eingeschlossene Fragmente oder Geschiebe gehalten worden sind.

Die **Structur** des Syenites ist wesentlich eine **körnige**, durchaus **richtungslose**; meist mittelkörnig und grobkörnig, bisweilen auch grosskörnig und feinkörnig; doch kann das Gestein eine recht deutliche

*) G. Rose vereinigt auch die sogenannten Syenitporphyre der Gegend von Altenberg und Geysing mit dem Syenite; wenn diess vielleicht für die wirklich hornblendehaltigen Varietäten jener Porphyre vom **petrographischen** Standpuncte aus gerechtfertigt sein mag, so bezweifeln wir doch, dass sie auch **geognostisch** als Varietäten des Syenites gelten können.

Parallelstructur erhalten, wenn die Orthoklas-Individuen tafelartig ausgebildet sind, oder wenn der Glimmer reichlicher vorhanden ist. Auch besitzt der Syenit zuweilen eine gestreifte oder gebänderte Structur, indem schmale Zonen des Gesteins, in welchen bald die Hornblende bald der Feldspath vorwaltet, mit einander abwechseln; treten dergleichen Zonen einzeln auf, so erscheinen sie fast wie kleine Gänge. Sind in dem gleichmässigkörnigen Gesteine auffallend grössere Feldspathkrystalle eingewachsen, so erhält es eine porphyrartige Structur.

Im Plauenschen Grunde bei Dresden, bei Robschütz im Triebischthale und am Ullern-Aasen bei Christiania ist die, durch parallele Ablagerung der tafelförmigen Orthoklas-Individuen oder Zwillinge hervorgebrachte Parallelstructur recht deutlich zu beobachten; im Odenwalde aber sind die glimmerhaltigen Varietäten bisweilen flaserig und schiefrig ausgebildet, weshalb Bronn sagt, der Syenit habe dort seinen Gneiss, so gut wie der Granit, ja, auf der Seite nach Hessen-Darmstadt zu könne man das Gestein sehr bezeichnend Syenitschiefer nennen; (Gäa Heidelbergensis, S. 32). Die gestreifte Structur hat schon Heim am Syenite von Brotterode am Thüringer Walde hervorgehoben; G. Rose gedenkt ihrer an einem titanit- und zirkonhaltigen Syenite von Turgojaskaja am Ilmensee, und Phillips machte auf das sehr häufige Vorkommen dieser Structur im Syenite der Malvernhills aufmerksam, indem er solche ganz richtig als eine bei der ursprünglichen Erstarrung des Gesteins zur Ausbildung gebrachte Erscheinung betrachtet; (*Mem. of the Geol. survey of Great Brit. II*, 1, *p.* 45). — Porphyrartig, durch 1 bis 2 Zoll grosse Orthoklaskrystalle, wird der Syenit besonders in den schon quarz- und glimmerhaltigen Varietäten; so im Triebischthale bei Meissen, bei Mehlis am Thüringer Walde, am Ballon d'Alsace, Ballon de Servance, und an anderen Kuppen der Vogesen, wo diese *granites syenitiques* z. Th. prächtige Gesteine bilden, aus denen auf dem Werke von la Mouline Vasen, Säulen u. a. Gegenstände geschliffen werden.

Uebergänge zeigt der Syenit besonders häufig in Granit; sie werden fast aus allen Ländern erwähnt, wo beide Gesteine neben einander vorkommen, und scheinen sehr oft durch porphyrartige Varietäten vermittelt zu werden, in welchen Glimmer und Hornblende zugleich, nebst Quarz und zollgrossen Orthoklaskrystallen auftreten. Durch das Zurücktreten und endliche Verschwinden der Hornblende, bei gleichzeitigem Eintreten von Quarz, bilden sich Uebergänge in granitische Gesteine aus, die nur aus Feldspath und Quarz bestehen; (Massachusetts und Blansko in Mähren).

Ueberhaupt aber scheinen es nur gewisse Granitformationen zu sein, welche eine solche Verwandtschaft und Association mit dem Syenite zeigen; die über grosse Landstriche porphyrartig ausgebildeten und häufig schörlführenden, so wie die von Greisen oder Schörlfels begleiteten Granite scheinen niemals mit wirklichen Syeniten verbunden zu sein. Noch sind die, an den Gränz- und Contactflächen, so wie in den Apophysen zuweilen vorkom-

menden Uebergänge des Syenites in Porphyr und porphyrähnliche Gesteine zu erwähnen. Nach Leopold v. Buch's, Keilhaus und meinen eigenen Beobachtungen finden sich dergleichen Uebergänge gar nicht selten in dem Syenitgebiete des südlichen Norwegen; (*Gäa Norv. I*, 493). Für solche Vorkommnisse gilt die Bemerkung v. Buchs: „der Porphyr ist nur ein bis zur höchsten Feinkörnigkeit zusammengesunkener Syenit, und dieser ein in seine Gemengtheile bis zur sichtbaren Grösse aus einander gezogener Porphyr;" (Reise durch Norwegen, I, 139).

Der Syenit ist in der Regel eben so wenig geschichtet, als der Granit; zeigt aber, wie dieser, nicht selten eine bankförmige Absonderung, welche allerdings in denjenigen Fällen, wo eine gleichsinnige Parallelstructur des Gesteins gegeben ist, für eine Art von Schichtung genommen werden kann. Am häufigsten kommt die unregelmässig polyëdrische, bisweilen eine pfeilerförmige und plattenförmige, sehr selten eine säulenförmige oder kugelige Absonderung vor.

Auf der kleinen Insel Ailsa bildet nach Macculloch ein aus weissem Feldspath, Quarz und wenig Hornblende bestehender Syenit herrliche Colonnaden, deren Säulen über 6 Fuss dick und an 400 Fuss hoch sind, (*Descr. of the Western isl. II*, 493); wogegen nach Hitchcock bei Northampton in Massachusetts recht schöne, aber nur einige Zoll starke Syenitsäulen vorkommen.

Der Verwitterung unterliegt der Syenit oft noch leichter, als der Granit; er zeigt dabei die Erscheinung der concentrisch schaligen Exfoliation, und zersetzt sich zu einem groben Gruse, in welchem runde Blöcke des noch unzersetzten Gesteines wie Geschiebe stecken. Bei weiter fortgehender Zerrüttung zerfällt das Gestein zu einem gelben, durch Quarzkörner sandigem Lehm, indem es zur Kaolinbildung nicht geeignet zu sein scheint. Manche Varietäten widerstehen jedoch der Verwitterung sehr standhaft.

Die Oberfläche vieler Syenit-Ablagerungen ist daher oft mit einer mächtigen Lage von feldspathigem Sande und Gruse bedeckt, welche wenn sie durch infiltrirten Kalk oder durch Eisenoxydhydrat cämentirt wird, einen regenerirten Syenit bildet.

Von fremdartigen Einschlüssen sind besonders Fragmente anderer Gesteine zu erwähnen, welche zuweilen im Syenite, gerade so wie im Granite, von aller Art, Form und Grösse, bald einzeln bald zahlreich beisammen vorkommen, obwohl sie auch häufig in grossen Districten gänzlich vermisst werden. — Dagegen dürften wohl manche Erzlagerstätten, wie z. B. die Magneteisenerzmassen, welche bei Vesser im Thüringer Walde, bei Hackedal und Hurdal in Norwegen, und in einigen anderen Gegenden im Syenite bekannt sind, als eigenthümliche, ihm wesentlich zugehörige Bildungen zu betrachten sein.

Im Allgemeinen gilt von den ersteren Einschlüssen Dasselbe, was oben S. 222 f. von denen im Granite vorkommenden Fragmenten gesagt worden ist. Ein interessantes Beispiel von grosser Anhäufung derselben und von einer dadurch bewirkten conglomeratähnlichen Ausbildung des Syenites beschrieb Hitchcock zuerst im Jahre 1823 und später 1833 von Hatfield, Whately und anderen Orten in Connecticut und Massachusetts; der Syenit enthält dort zahlreiche, abgerundete, bis 8 Zoll grosse Geschiebe von Hornblendschiefer, Glimmerschiefer und Quarzit, welche stellenweise so gedrängt über einander liegen, dass das ganze Gestein wie ein Puddingstein erscheint. Nach Boué zeigt der Syenit der Insel Arran eine ähnliche Erscheinung, indem er oft eckige und rundliche Diabaspartieen umschliesst, welche, wenn sie zahlreich beisammen vorkommen, dem Gesteine das Ansehen einer Breccie ertheilen; indessen erklärte Boué diese Einschlüsse für Concretionen, was sie auch möglicherweise sein können; (*Essai géol. sur l'Ecosse*, *p.* 20).

Dass übrigens diese fragmentaren Einschlüsse bisweilen in sehr grossen Dimensionen auftreten, diess beweist der Syenit der Gegend von Moritzburg in Sachsen, welcher nach Cotta 7 bis 8 grosse insularische Gneisspartieen umschliesst, deren Gestalt und gegenseitige Structur sie nur für colossale Fragmente erklären lässt; (Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft 5, S. 410). Eben so dürften wohl auch die von Reichenbach als untergeordnete Lager des Syenites von Blansko betrachteten Talkschiefer- und Thonschiefermassen zu deuten sein, wie denn auch Phillips die ähnlichen gneissartigen und hornblendschieferartigen Einschlüsse im Syenite der Malvernhills auf diese Weise interpretirt. Ganz entschieden gilt aber wohl dieselbe Deutung von dem kleinen, bei Zitzschewig unweit Dresden, im Syenite eingeschlossenen Kalksteinlager, welches im Hangenden und Liegenden in Hornblendschiefer verläuft und einzelne Trümer von Kalkstein in das Nebengestein aussendet, so wie von den körnigen Kalksteinmassen, welche nach Martini der Syenit von Szaszka im Banate umschliesst, und von den unregelmässigen Kalksteinpartieen, welche Hitchcock aus dem Syenite von Stoneham und Newbury in Massachusetts beschreibt; (a. a. O. p. 312).

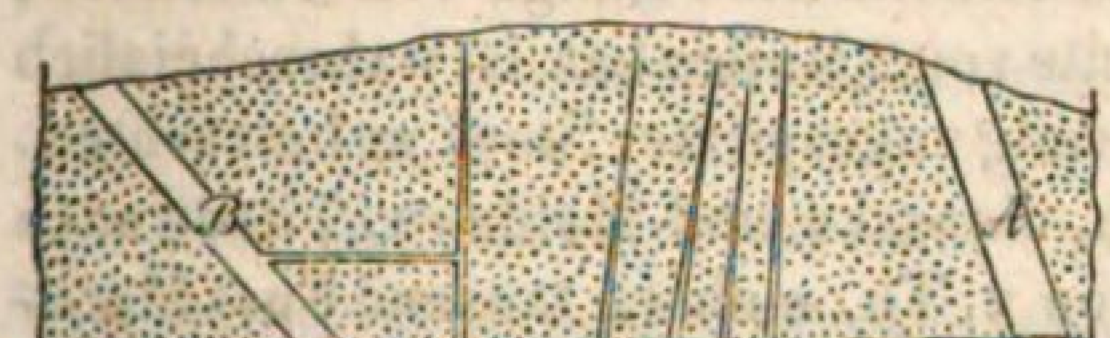
Für die bei Vesser im Thüringer Walde unter dem Namen des schwarzen Kruxes bekannte Magneteisenerz-Lagerstätte ist aber durch die Untersuchungen von Krug v. Nidda (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 11, S. 14 f.) und Credner (Poggend. Ann. Bd. 79, 146) die schon von Heim ausgesprochene Behauptung vollkommen erwiesen worden, „dass sowohl die Gangart als die Erzart zur Gebirgsart gehört.“ Dasselbe gilt nach Keilhau von den oben genannten Nordischen Magneteisenerzbildungen, und wohl auch von denen, welche Featherstonhaugh aus der Syenitkette in Arkansas erwähnt, wo z. B. 100 Meilen von Neu-Madrid ein 1900 F. langer und 500 F. breiter Stock von Magneteisenerz im Syenite eingeschlossen ist; (*Geol. Rep. of the elevated country betw. the Missouri and Red River*, 1835, *p.* 51 und 63).

G ä n g e von Syenit i m Syenit sind eine ziemlich seltene Erscheinung; dagegen wird der Syenit sehr häufig von G r a n i t g ä n g e n durchsetzt, welche Gänge da, wo Syenit und Granit nur als Theile einer und derselben grösseren Ablagerung auftreten, wie z. B. in Sachsen an beiden Elbufern, genau aus derselben feinkörnigen und glimmerarmen Granit-

Varietät zu bestehen pflegen, wie die im benachbarten Granite aufsetzenden Gänge. Diese Gesteins-Identität der Granitgänge, mögen nun dieselben im Granite oder im Syenite aufsetzen, ist wohl als ein entscheidender Beweis gegen die Ansicht zu betrachten, dass diese Gänge gleichzeitige Concretionen oder Secretionen mit ihrem Nebengesteine sind.

Hausmann erwähnt aus der Gegend von Laurvig Gänge von feinkörnigem Zirkonsyenit im grobkörnigen, welche schmal, ziemlich scharf begränzt und regelmässig gestaltet sind, desungeachtet aber nicht als Spaltenausfüllungen zu betrachten sein sollen; (Reise durch Scand. II, 106). G. Leonhard dagegen sah im Odenwalde, am Geyersberge unweit Hemsbach, im dortigen porphyrartigen Syenite einen viertehalb Fuss mächtigen, sehr feinkörnigen Syenitgang, welcher Bruchstücke des ersteren umschliesst; (Geogn. Skizze des Grossh. Baden, S. 22).

Ueber die zahlreichen Granitgänge im Syenite der Gegend von Meissen und Moritzburg, welche oft ziemlich unregelmässige Formen haben, an ihrem Nebengesteine aber immer sehr scharf abschneiden, sind im 5. Hefte der Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen S. 126 f. und S. 409 f. ausführliche Mittheilungen gegeben worden. Besonders interessant ist der obere Steinbruch bei Naustadt unweit Meissen, wo von einem mächtigeren Gange der Art 5 kleinere, sich nach oben auskeilende Gänge vertical aufsteigen, deren einer durch ein horizontales Trum mit dem Hauptgange in Verbindung steht; der Gang *A* ist 6, der Gang *B* 2 Fuss mächtig; beide führen zum Theil ein weisses lettiges Besteg, während die kleineren Gänge zu einer ähnlichen, fast schiefrigen Masse zersetzt sind.



Aehnliche Granitgänge kommen auch in anderen Syenitregionen vor. So berichtet z. B. Hitchcock, wie in Massachusetts, zwischen Belchertown und Ludlow, der Syenit von so zahlreichen Granitgängen durchsetzt wird, dass er in lauter polyëdrische Körper zerstückelt erscheint; der bei Whately vorkommenden Erscheinung, wo im Syenite dreierlei verschiedene Granitgänge aufsetzen, ist schon oben S. 254 gedacht worden. Als einer Merkwürdigkeit gedenkt Hitchcock noch eines Falles, wo zwei, fast parallele Granitadern von einem ganzen Systeme paralleler Pistazittrümer durchschnitten, und von jedem Trume um etwas verworfen werden.

Was endlich die Lagerungsformen des Syenites betrifft, so sind solche im Allgemeinen ganz dieselben, wie wir sie am Granite kennen gelernt haben. Der Syenit bildet daher gleichfalls theils typhonische oder keilförmige Stöcke, theils deckenartige Ablagerungen, theils mehr oder weniger mächtige Gänge und gangähnliche Züge. Es kann wohl an dieser Identität der Lagerungsformen um so weniger gezweifelt werden, weil ja die Syenit-Ablagerungen in den meisten Fällen nur integrirende Theile von Granit-Ablagerungen sind, in welche sie durch allmälige oder

rasche Uebergänge verlaufen, und weil es daher am Ende so ziemlich ein und dasselbe, nur unter verschiedenen Umständen erstarrte Material sein dürfte, welches hier als Granit, und dort als Syenit ausgebildet worden ist. An den Gränzen der Syenit-Ablagerungen lassen sich daher auch ähnliche Apophysen und Verband-Verhältnisse erwarten, wie solche so häufig an den Granitgränzen zu beobachten sind.

So scheinen die Syenite der Insel Sky in der Form von typhonischen Stöcken aufzutreten, und im Glentilt ramificirt der Syenit ganz auf dieselbe Weise in den angränzenden Kalkstein und Schiefer, wie der Granit, mit welchem er ja auch dort nur eine und dieselbe Ablagerung bildet. Aehnliche Ramificationen bildet der Syenit des Ullern-Aasen unweit Christiania im dortigen Schiefer; dabei wird er immer feinkörniger und zuletzt felsitähnlich; (*Gäa Norv. I*, S. 53). Eben so dürfte der Syenit der Vogesen in mächtigen Stöcken abgelagert sein, welche vom Windsteine bis zum Ballon de Giromagny, in der Richtung NNO. nach SSW. hinter einander liegen, und zum Theil im Granite selbst aufragen, weshalb Fournet sie für etwas jüngere Bildungen erklärt, indem er sich zugleich auf eine Beobachtung von Voltz, über das Vorkommen von Syenitgängen im Granite, beruft; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série, IV*, 224). Die grosse Syenitpartie von Brünn in Mähren, welche von Boskowitz über Brünn und Blansko bis Kienitz eine Länge von 10 Meilen, und in ihrer Mitte, bei Brünn selbst, eine Breite von 2 Meilen hat, ist wahrscheinlich als ein mächtiger, nach beiden Enden keilförmig zugespitzter Stock zu betrachten. Auch im Banate, bei Oravicza, Dognacska, Szaszka und Moldawa, bildet nach Martini der Syenit langgestreckte Stöcke von z. Th. mehren tausend Fuss Mächtigkeit, welche grossentheils mit Kalkstein in Contact stehen, und an ihren Gränzen von merkwürdigen Granat- und Erzlagerstätten begleitet werden. (Leonh. Min. Taschenb. für 1823, S. 532 ff.) Dagegen scheint der Syenit des Elbthales, bei Dresden, Meissen und Moritzburg, nur den westlichen Theil der grossen Granitdecke zu bilden, welche sich von dort aus bis nach Görlitz verfolgen lässt; gerade so, wie der mächtige Lagergang von Tronitz (S. 248) in seiner westlichen Hälfte aus ganz charakteristischem Syenite besteht. Bei Bois-de-la-Roche unweit Morlaix liegen nach Omalius d'Halloy mehre Lagergänge von Syenit regelmässig im Thonschiefer.

Der Epidosit (I, 583) scheint theils mit dem Granite, theils mit dem Syenite in einer sehr nahen geognostischen Verbindung zu stehen; denn, obwohl die auf der Insel Elba bekannten Vorkommnisse grossentheils mit Serpentin vergesellschaftet sein sollen, so bemerkt Pilla doch, dass sie auch oft mit dem Granite verbunden sind, während in Mähren der Epidosit eine sehr bestimmte Association zu dem dortigen Syenite erkennen lässt.

Auf Elba ist es ein dunkelgrünes, sehr festes und meist mit variolitischer Structur versehenes Gestein, auf dessen Klüften und Drusenräumen die beiden wesentlichen Bestandtheile Quarz und Pistazit deutlich hervortreten, so wie auch mehrorts, wie z. B. an der Punta della Stella, das Gemeng aus diesen

beiden Mineralien sehr bestimmt zu erkennen ist. Von accessorischen Bestandtheilen erwähnt Pilla Granat, von accessorischen Bestandmassen, Epidot- und Kalkspathadern, und von Uebergängen solche in Ophiolith oder Serpentin; auch bemerkt er, dass dasselbe Gestein auf dem Festlande gleichfalls, nämlich bei Campiglia in Toskana, auftritt.

Der Mährische Epidosit ist nach Reichenbach ein apfelgrünes, sehr feinkörniges und inniges Gemeng aus Quarz und Pistazit, welches eine selbständige, nahe an der Gränze des dortigen Syenitgebietes hinlaufende Zone bildet.

Was endlich den Miascit betrifft, so verweisen wir wegen seiner petrographischen Verhältnisse auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 578 gesagt worden ist. G. Rose, dem wir die Kenntniss dieses Gesteins verdanken, bemerkt, dass sich dasselbe von Miask aus sehr weit nach Norden verbreitet, dass es an seiner westlichen Gränze, gegen den Gneiss, z. Th. eine flasrige Structur annimmt, während es auf der Ostseite, wo es an Granit angränzt, den Eläolith verliert, dafür Hornblende mit sehr wenig Quarz aufnimmt, und sonach eine syenitartige Natur entwickelt, durch welche es wahrscheinlich unmittelbar in den Granit übergehen mag.

§. 309. *Einwirkungen der Granite und Syenite auf ihr Nebengestein; Metamorphismus und Contactgebilde.*

Das Material der Granite und Syenite hat bei seiner Eruption und Ablagerung sehr gewaltsame mechanische Angriffe nicht nur auf die Erdkruste überhaupt, sondern auch ganz vorzüglich auf diejenigen obersten Massen derselben ausgeübt, welche das für uns sichtbare Nebengestein jener Gesteine bilden.

Obwohl es gewiss ist, dass viele Granitablagerungen, zugleich mit denen sie einschliessenden Formationsgliedern, erst durch spätere Angriffe des Erdinnern in ihr jetziges Niveau hinaufgedrängt wurden, so ist es doch eben so wenig zu bezweifeln, dass viele Anschwellungen der Erdoberfläche, und dass die gegenwärtigen Lagerungsverhältnisse vieler und grosser Districte der Urgneiss-, Urschiefer- und Uebergangsformation wesentlich durch granitische Eruptionen, oder doch durch den *nisus eruptivus* verursacht worden sind, welcher solchen Eruptionen vorausgegangen sein muss. Die Zerspaltungen der Erdkruste, für welche die Granitgänge und die steil abfallenden Gränzflächen der typhonischen Granitstöcke so augenscheinliche Beweise liefern; die grossartigen Zertrümmerungen und vielfältigen Zerstückelungen, von welchen die gigantischen Fragmente und die zahlreichen kleineren Bruchstücke des Nebengesteins so unwiderlegliches Zeugniss ablegen; die Aufrichtungen ganzer Schichtensysteme von vielen tausend Fuss Mächtigkeit, und die Empor-

drängungen gewaltiger Massen der Erdkruste über ihr früheres Niveau; endlich die gewaltsamen Injectionen des granitischen Materials in die feinsten Verzweigungen der, das Nebengestein nach allen Richtungen zersprengenden Klüfte und Risse; diess Alles sind Erscheinungen, welche als eben so viele schlagende Beweise für die ungeheueren mechanischen Effecte jener abyssodynamischen Potenzen gelten müssen, durch welche die Granite und Syenite aus ihrer unterirdischen Heimath zu Tage gefördert worden sind.

Dass freilich dort, wo das bereits an die Oberfläche ergossene granitische Material ohne Hinderniss zur Ausbreitung gelangte, fast ungestörte Auflagerungen und höchstens nur abwärts gerichtete Apophysen zu beobachten sein werden, diess liegt in der Natur der Sache.

So sind z. B., ausser den oben S. 243 f. erwähnten Ueberlagerungen, die Erscheinungen im Mährisch-Schlesischen Gebirge zu erklären, wo der Glimmerschiefer in der Linie von Gross-Tschisnay über Lischnay nach Jauernik vom Granite bedeckt wird, welcher ihm sehr deutlich aufgelagert ist. Besonders im Kalkbruche von Gross-Tschisnay lässt sich diess gut beobachten; der Glimmerschiefer trägt zunächst ein 20 F. mächtiges Kalksteinlager, auf welches der Granit folgt, dessen Auflagerungsfläche, eben so wie die Schichtung der angränzenden Gesteine, 70° in NW. fällt; bei Jauernik liegt der Granit meist unmittelbar auf Glimmerschiefer; allein im dortigen alten Kalkbruche wird er von selbigem gleichfalls durch Kalkstein getrennt, in welchen sich unregelmässige Massen von Granit hineinziehen. Auch die grosse Syenitmasse östlich von Glatz liegt auf dem Glimmerschiefer. (Zobel und v. Carnall, in Karstens Archiv, III, S. 31 ff.) Weniger regelmässig ist die Auflagerung des Granites auf den Schiefern im Müglitzthale, zwischen Dresden und Pirna; dort bilden die vertical aufgerichteten Schiefer eine steil abfallende, scharf ausgezackte Fläche, an welcher die senkrechten Schichtenköpfe zu wiederholten Malen in keilförmigen Massen aufragen, über und zwischen welchen der Granit zur Ablagerung gelangt ist. Bei Brevig, Porsgrund, Skeen und anderen Orten in Norwegen sieht man deutlich, wie der Zirkonsyenit auf den Schichten der Silurischen Formation aufliegt; dasselbe findet bei Idre in Dalarne Statt, wo der gleichfalls zirkonhaltige Syenit dem Fjällsandsteine aufgelagert ist. An solchen und ähnlichen Auflagerungspuncten des Granites und Syenites sind keine auffallenden Beweise jener mechanischen Kraftäusserungen zu erwarten, deren Effecte sich dort so unverkennbar offenbaren, wo diese Gesteine mit durchgreifender oder untergreifender Lagerung ausgebildet sind.

Allein es waren nicht nur gewaltige mechanische Angriffe, es waren auch sehr tief eingreifende chemische Einwirkungen, welche die Granite und Syenite auf ihr Nebengestein ausgeübt haben. Diess beweisen jene merkwürdigen Metamorphosen, durch welche graue, dichte Kalksteine in weissen, körnigen Marmor, bisweilen auch in Allochroit (Norwegen), durch welche gewöhnliche Thonschiefer in

Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, Glimmerschiefer und Cornubianit, durch welche Glimmerschiefer in Gneiss, und Grauwackenschiefer in Hornfels umgewandelt worden sind; Metamorphosen, über welche bereits im ersten Bande S. 786—793, so wie in gegenwärtigem Bande S. 182—186 das Erforderliche gesagt worden ist, weshalb wir hier nicht nochmals auf dieselben zurückzukommen brauchen; um so weniger, als auch schon oben gelegentlich bemerkt wurde, dass sich diese Wirkungen des Metamorphismus ganz besonders ausgezeichnet in der Umgebung typhonischer Stöcke und längs der eigentlichen Eruptionslinien der Granite und Syenite zu erkennen geben, wogegen sie natürlich da nur in sehr geringem Grade hervortreten werden, wo sich diese Gesteine über anderen ausgebreitet haben.

Zu denen, wenigstens mittelbar durch die Granite und Syenite veranlassten Producten der Gebirgswelt dürften auch jene Ablagerungen von Mineralien und Erzen zu rechnen sein, welche nicht selten im Contacte dieser beiden Gesteine mit anderen Gesteinen, besonders aber mit Kalksteinen angetroffen werden. An der Gränze der Granite und Syenite gegen den Kalkstein finden sich nämlich in letzterem gar nicht selten gewisse Mineralien ein, welche zum Theil als Silicate von Kalkerde zu betrachten sind; dahin gehören Wollastonit, Granat, Allochroit, Vesuvian, Gehlenit, Amphibol, Epidot und Pyroxen, bisweilen auch Spinell, Glimmer, Flussspath, und andere Mineralien, welche theils nur in kleineren Partieen, in Trümern, Nestern und Drusen, theils in grösseren Massen zur Ausbildung gelangt sind. Ganz auf ähnliche Weise, und meist in Begleitung der vorigen, erscheinen aber auch zuweilen Erze, besonders Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies, Magneteisenerz und andere metallische Mineralien, welche, wenn sie in grösseren Massen angehäuft sind, mitunter einen recht ergiebigen Bergbau auf solchen Contact- und Gränzgebilden zwischen Kalkstein und Granit oder Syenit veranlasst haben.

Leopold v. Buch und Keilhau haben dergleichen Contactgebilde von den Granit- und Syenitgränzen des südlichen Norwegen beschrieben. Sehr bekannt sind die schönen Bildungen der Art aus dem Fassathale, von der Gränze des Granites gegen den dortigen Marmor, so wie vom Monzoniberge, wo ein syenitähnliches Gestein (welches jedoch nach Fuchs aus Feldspath und Fassait, nach Breithaupt aus Albit und Augit besteht) im angränzenden Kalksteine die Entstehung jener Vesuviane, Granate, Spinelle, Gehlenite veranlasst hat, welche in allen Mineralien-Sammlungen zu finden sind. Im sehr grossartigem Maassstabe sind solche Contactgebilde an der Gränze der Banater Syenitstöcke gegen den dortigen Kalkstein zur Entwickelung gelangt. Dort finden sich förmliche Lager und Stöcke von grünem und braunem Granat und Vesuvian, welche bis 10, ja bisweilen über 100 Lachter Mächtigkeit erreichen, und mit

Kalkspath, Quarz, Wollastonit, Grammatit, mit vielerlei Kupfererzen, Bleiglanz, Zinkblende, Galmey, Eisenkies und manchen anderen Mineralien erfüllt sind, auf deren Vorkommen der Bergbau von Dognaczka, Orawicza, Szaszka und Moldawa beruht. (Martini in Leonh. Min. Taschenb. für 1823, S. 530 ff.) Nach den Schilderungen von Marrot dürften auch die Lherzolithstöcke, welche in den Pyrenäen, von Lercoul über Vicdessos bis zum See Lherz, dem Kalksteine ganz nahe an dessen Gränze gegen den Granit, eingeschaltet sind, als analoge Contactgebilde zu betrachten sein. (*Ann. des mines*, 2. *série*, *IV*, *p*. 308 f.)

Dufrénoy berichtet, dass der Granit des Canigou da, wo ihn der Kalkstein begränzt, von einer Zone von Eisenerzlagerstätten begleitet wird, welche aus Eisenspath, Brauneisenerz und auch etwas Glanzeisenerz bestehen; sie liegen fast alle im weissen, körnigen Kalksteine, der dem Granite aufliegt, setzen aber doch bisweilen bis an den Granit heran. Eben so liegt die Eisenerzlagerstätte von Saint-Martin-de-la-Gly genau auf der Gränze des krystallinischen Dolomites und einer Granitmasse, woraus denn Dufrénoy schliesst, dass die Existenz dieser Erze in einem ursachlichen Zusammenhange mit der Erhebung der Granite stehe. (*Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, II*, 1834, *p*. 458). Nach Keilhau liegt in Norwegen das Magneteisenerzlager der Krambodals Grube auf der Gränze des Syenites und Kalkthonschiefers; so auch der Magneteisenerzstock bei Borge; überhaupt kennt man schon 19 Ablagerungen von Magneteisenerz an der Gränze des Syenites; Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz verhalten sich auf ähnliche Weise, wie das Magneteisenerz; „alle diese Bildungen zeugen für eine, an den Granitgränzen erhöhte Energie derjenigen Actionen, durch welche so ausserordentliche Bildungen und Umbildungen resultirten;" (*Gäa Norvegica*, *I*, 83).

§. 310. *Verschiedene Formationen von Granit und Syenit.*

Zum Schlusse unserer Betrachtung der Granite und Syenite haben wir noch die Beweise für die Richtigkeit der gleich anfangs, S. 188 ausgesprochenen und später mehrfach wiederholten Behauptung zu geben, dass mehre, der Zeit nach sehr verschiedene eruptive Granitformationen zu unterscheiden sind.

Diese Beweise werden wesentlich aus denen S. 63 ff. aufgeführten Kriterien zu schöpfen sein. Vergleichen wir nun die mancherlei Angaben über die Verhältnisse der Granite zu anderen, und insbesondere zu sedimentären Formationen, so werden wir allerdings sehr häufig zu der Ueberzeugung gelangen, dass eine gegebene Granitbildung jünger sein müsse, als diese oder jene Formation, ohne doch in allen Fällen hinreichende Argumente für eine ganz genaue Altersbestimmung zu besitzen, weil uns die Verhältnisse derselben Granitbildung zu der nächstfolgenden Sedimentformation unbekannt sind. Denn eine genaue Alters-

bestimmung würde voraussetzen, dass wir, wenn die Reihe der Sedimentformationen durch die Buchstabenreihe *A*, *B*, *C*, ... *Z* ausgedrückt wird, für eine jede Granitbildung die jüngste der vorausgegangenen, und die älteste der nachfolgenden Formationen, also zwei unmittelbar auf einander folgende Buchstaben dieser Reihe anzugeben vermöchten. Diess ist aber keineswegs immer der Fall, indem diejenigen beiden Glieder der Reihe, deren respective Priorität und Posteriorität mit Evidenz erkannt werden kann, bisweilen ziemlich weit aus einander liegen, so dass wir z. B. für eine gegebene Granitbildung vielleicht zu beweisen vermögen, sie sei jünger als *F*, und älter als *M*, ohne doch über ihre Beziehungen zu den zwischenliegenden Formationen *G*, *H*, *I*, *K* und *L* etwas Bestimmtes aussagen zu können.

In solchen Fällen wird jedoch nicht selten eine Limitirung der Eruptionsepoche innerhalb engerer Gränzen dadurch zu erlangen sein, dass man auf die Verhältnisse des Granites zu anderen eruptiven Bildungen achtet, deren relatives Alter vielleicht durch anderweite Beziehungen bekannt ist; daher können die Gänge von Diabas, Diorit, Porphyr u. s. w., welche in einer granitischen Region aufsetzen, eine grosse Wichtigkeit für die Altersbestimmung derselben gewinnen, weil sie jedenfalls den Beweis liefern, dass der betreffende Granit älter ist, als sie selbst.

Zuweilen werden wir uns allerdings mit einer ungefähren, oder auch mit einer blos comparativen und einseitigen Altersbestimmung begnügen müssen, welche lediglich entweder die Posteriorität in Bezug auf diese, oder die Priorität in Bezug auf jene Formation erkennen lässt. Aber auch solche Bestimmungen haben ihren Werth, weil sie doch immer als der erste Schritt zur Erkenntniss der Eruptionsepoche einer gegebenen Granitbildung zu betrachten sind.

Dass fast alle Granite jünger sind, als die Urschiefer-Formation, diess möchte wohl gegenwärtig gar nicht mehr in Zweifel zu ziehen sein; denn, wenn auch manche derselben zunächst nur im Gebiete der Urgneissformation hervorgetreten sind, so lässt sich doch gewöhnlich aus den Lagerungsverhältnissen der den Gneiss umgebenden Schieferbildungen die Folgerung ziehen, dass solche zugleich mit von denselben Bewegungen ergriffen, und denselben Dislocationen unterworfen gewesen waren, welche den Gneiss bei der Eruption des Granites betroffen haben.

Die meisten Granitablagerungen sind aber offenbar von neuerer Entstehung, als die silurische und die devonische Formation und nicht wenige derselben stehen in ihrem Alter sogar der Steinkohlenformation nach. Diess Letztere dürfte z. B. von den Graniten in Corn-

wall und Devonshire, so wie von dem Granite auf der Insel Arran gelten, welche die Schichten der Steinkohlenformation, eben so wie jene der älteren Formationen, dislocirt, aufgerichtet und metamorphosirt haben.

Noch jüngere Granite oder Syenite gehören wohl im Allgemeinen nicht gerade zu den sehr häufigen Erscheinungen; doch sind Beispiele bekannt von Granit, welcher erst nach der Triasformation (Predazzo), von Syenit, welcher erst nach der Liasformation (Sky), und von Granit, welcher sogar erst nach der Kreideformation (Pyrenäen) zur Eruption und Ablagerung gelangt ist. Das Letztere würde wohl auch, nach denen von der Insel Elba berichteten Thatsachen zu schliessen, für die dortigen Granite anzunehmen sein; ja, Darwin glaubt sogar dem Granite des Uspellata-Passes in Chile ein tertiäres Alter zuschreiben zu können. Auch die Alpinischen Protogingranite nebst den sie umgebenden Protogingneissen dürften, welche Ansicht auch über ihre eigentliche Bildungsweise anzunehmen ist, erst nach der Bildung der älteren Sedimentformationen der Alpen abgelagert, und jedenfalls für jünger zu erklären sein, als die Liasformation.

Die meisten Granite des Sächsischen Erzgebirges und des Voigtlandes sind offenbar jünger, als die dortige Urschieferformation, welche ganz entschieden von ihnen durchbrochen und zum Theil aufgerichtet worden ist, so dass das Erzgebirgische Schiefergebirge seine gegenwärtige Architektur grossentheils der Einwirkung der dortigen Granite zu verdanken hat Auch ist der Thonschiefer in der Umgebung der Kirchberger und Lauterbacher Granitpartie bis auf $1/4$ Meile weit in Fleckschiefer, und unmittelbar im Contacte in Cornubianit umgewandelt worden, während der Granit Fragmente desselben umschliesst und hier und da Keile in ihn hinausgetrieben hat. — Ob und wiefern auch für die an der Nordseite der Urschiefer abgelagerte Uebergangsformation eine Priorität in Bezug auf den Granit geltend zu machen sein dürfte, diess ist wohl noch nicht völlig entschieden; denn obgleich die Lagerungsverhältnisse derselben an vielen Puncten von der Art sind, dass man auf eine gleichzeitige Aufrichtung ihrer Schichten mit den Schichten der Urschieferformation schliessen möchte, so kommen doch auch mehrorts Erscheinungen vor, welche erst eine spätere Hebung, so wie überhaupt eine Discontinuität der Bildung zu beweisen scheinen. Zwischen Voigtsberg und Hartmannsgrün beginnt die Uebergangsformation mit einer groben, conglomeratartigen Grauwacke, welche auch faust- bis kopfgrosse Gerölle eines Granites umschliesst, der jedoch petrographisch ganz verschieden von dem zunächst anstehenden Granite der Lauterbacher Granitpartie ist; hieraus, so wie aus dem Mangel an metamorphischen Schieferfragmenten liesse sich allerdings folgern, dass die Obergebirgischen Granite erst nach der Bildung dieser Grauwacke zur Eruption gelangten.

Dass auch die grosse Granitdecke im östlichen Theile des Königreiches Sachsen jünger ist, als das Schiefergebirge des linken Elbufers, diess

ist zuerst im Jahre 1811 durch die Beobachtungen v. Raumer's bewiesen worden, während später von Hoffmann und mir gezeigt wurde, dass die Auflagerung des Granites auf dem Schiefer eine sehr unregelmässige und mit solchen Verhältnissen ausgebildete Lagerung sei, durch welche die eruptive Natur dieser Granitbildung erwiesen wird; auch erscheinen die Schiefer längs der ganzen Gränze derselben, von Leuben bis Wesenstein, mehr oder weniger auffallend in Fleckschiefer und Knotenschiefer umgewandelt.

Der Granit des Dürrenberges bei Strehla hat die südlich vorliegende Grauwackenformation, zu welcher auch der Collmberg bei Oschatz gehört, fast senkrecht aufgerichtet, zugleich den Thonschiefer von Wellerswalde, in seiner östlichen Fortsetzung bei Clanzschwitz, in Glimmerschiefer umgewandelt, und einige daselbst vorkommende Conglomeratschichten dermaassen bearbeitet, dass es das Ansehen gewinnt, als ob die Geschiebe dieses Conglomerates erweicht, platt gedrückt, und sämmtlich nach einer und derselben Richtung gestreckt worden seien; (I, 781). — Die angeführten Thatsachen lehren also, dass die Sächsischen Granite zum wenigsten jünger als die Urschieferformation, ja z. Th. jünger als ein Theil der Uebergangsformation sein müssen.

Für den Granit des Harzes ist es schon seit geraumer Zeit*) ausgesprochen worden, dass er nicht älter sein könne, als die dortige Uebergangsformation, worauf zuerst Germar, veranlasst durch eine sehr wichtige Beobachtung bei Thale, im Jahre 1821 die Ansicht, dass er wohl als eine von unten emporgetretene Gebirgsmasse zu betrachten sei, welche ihre Schieferdecke sprengte, zwar aufstellte, ohne ihr jedoch Folge zu geben; (Leonh. Min. Taschenb. für 1821, S. 15). Die Richtigkeit dieser Ansicht ist jedoch später auf das Vollkommenste bestätigt und somit der Beweis geliefert worden, dass der Harzer Granit erst nach der Bildung der devonischen Formation hervorgetreten sei. Die ganze Art und Weise, wie die beiden mächtigen Stöcke des Brocken und des Ramberges der dortigen Uebergangsformation eingeschaltet sind**), die Ueberlagerung dieser Formation durch den Granit des Ziegenrückens, die am Rehberger Graben vorliegenden Ramificationen des Granites in die Schichten der Grauwacke, die von Germar, Hoffmann und Zinken erforschten gegenseitigen Begränzungsverhältnisse an der Rosstrappe, endlich die Umwandlung des Grauwackenschiefers in Hornfels liefern in der That so schlagende Beweise für die Posteriorität des Granites, dass solche wohl gegenwärtig von Niemand mehr bezweifelt wird. — Es bedurfte daher auch gar nicht des neuen Beweises, welchen man darin zu finden glaubte, dass v. Seckendorf Fragmente von Grauwacke mit inliegenden Versteinerungen im Granite bei Harzburg angab; ein Beweis, welcher durch die später von Hausmann gegebene Berichtigung entkräftet worden ist, der zufolge diese Fragmente nicht im Granite, sondern im Gabbro enthalten sind; (Bildung des Harzgebirges, S. 35). Dagegen hat Murchison im Brockengranite wirkliche

*) Carl v. Raumer, Geognostische Fragmente, 1811, S. 36; schon früher hatte v. Beroldingen den Granit des Brockens für eine neuere Bildung erklärt.

**) Auf die stellenweise fast senkrechte Lage der granitischen Gränzflächen machte Leopold v. Buch aufmerksam in Leonh. Min. Taschenb für 1824, S. 492.

Grauwackenfragmente gefunden*), und bei Zinken Granit gesehen, welcher Kalksteinfragmente mit organischen Ueberresten umschliesst; (*Trans. of the geol. soc. 2. series, VI*, 286).

Dass übrigens schon vor der Uebergangsformation des Harzes, eben so wie vor jener des Voigtlandes, in der Nähe dieser Gegenden ältere Granite an der Erdoberfläche existirt haben müssen, dafür spricht der Umstand, dass Hoffmann in der Grauwacke von Altenau häufige Granitgeschiebe fand, deren Gestein sich von dem des Harzer Granites eben so wesentlich unterscheidet, wie diess mit den oben erwähnten Granitgeröllen bei Hartmannsgrün in Betreff des Voigtländer Granites der Fall ist; (Karstens Archiv, 1829, I, S. 129 und Uebers. der orogr. u. geogn. Verh. des NW. Deutschl. S. 380). Aehnliche Erscheinungen sind auch in anderen Gegenden beobachtet worden. So sah Daubrée in der Uebergangsformation der Vogesen, am Champ-du-Feu, Conglomerate mit Granitgeröllen, und Collomb fand in demselben Gebirge einen durch faustgrosse Granitgeschiebe conglomeratähnlichen Thonschiefer, daher er ihn als eine *roche post-granitique* bezeichnet; (*Comptes rendus, t.* 29, *p.* 14 und *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, VII,* 293).

Dass der Syenit und Granit der Gegend von Christiania, Drammen und Brevig in Norwegen erst nach der Bildung der dortigen silurischen Formation abgelagert worden sei, dafür sind zuerst von Leopold v. Buch und Hausmann, später von mir selbst, von Keilhau und anderen Beobachtern zahlreiche Beweise geliefert worden. Die Auflagerung über den Schichten der silurischen Formation, eben so wie die stellenweise Aufrichtung derselben, der so häufig vorkommende ramificirende Gesteinsverband, die Gänge und Stöcke von Syenit und Granit, die auffallenden Metamorphosen, welche diese Gesteine auf die silurischen Kalksteine und Schiefer ausgeübt haben: alle diese und manche andere Erscheinungen lassen auch nicht den geringsten Zweifel darüber, dass der Granit und der Zirkonsyenit des südlichen Norwegen von weit späterer Entstehung sind, als die Thierwelt der silurischen Periode, und dass diese prachtvollen krystallinischen Feldspathgesteine die silurische Formation durchbrochen, bearbeitet, und theils mit durchgreifender Lagerung durchsetzt und überlagert, theils mit untergreifender Lagerung unterteuft haben.

Was die Granite von Cornwall und Devonshire betrifft, so wusste man schon längst, dass sie jünger sind, als die dortige Schiefer- und Grauwackenformation. Seitdem aber durch Murchison und Sedgwick (in den *Trans. of the geol. soc.* 2. *ser. V,* 1840, 669 ff.) der Beweis geliefert worden ist, dass das obere, kohlenführende System des Devonshirer Schiefergebirges als das wirkliche Aequivalent der Steinkohlenformation zu betrachten ist, und seitdem De-la-Beche (in *Rep. on the Geol. of Cornwall,* 165) gezeigt hat, dass diese Kohlenformation durch die Granite gehoben und dislocirt, dass ihr südlicher Theil durch den Granit von Dartmoor nordwärts bis nach Oakhampton hinausgedrängt, bei Bridford und Cristow vom Granite durchschnitten, und im

*) Fragmente von Hornfels im Granite des Harzes haben schon Lasius, v. Trebra und Hoffmann beobachtet, und umgewandelte Bruchstücke von Thonschiefer mögen es wohl auch gewesen sein, welche Freiesleben als Gneissfragmente erwähnt; (Bemerkungen über den Harz, II, 1795, S. 24).

Thale des Dart von Granitadern durchsetzt worden ist, da unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass die Granite in diesem Theile von England erst nach der Steinkohlenformation zur Eruption und Ablagerung gelangt sind.

Dasselbe Alter dürfte aber auch zum Theil dem Granite der Insel Arran zuzuschreiben sein, welcher da, wo er in der Nachbarschaft der dortigen Conglomerat- und Sandsteinbildung auftritt, die Schichten derselben aufgerichtet, gebogen und dislocirt hat, weshalb, so wie wegen des gänzlichen Mangels an Granitgeschieben in dem Conglomerate, schon Macculloch die Vermuthung aufstellte, dass dieser Granit, ungefähr wie der Syenit von Sky, eine jüngere Bildung sein möge. (*The Western Isl. II*, 385 f.) Später wurde durch v. Dechen und v. Oeynhausen nicht nur diese gänzliche Abwesenheit von Granitgeschieben im Conglomerate als eine höchst auffallende Erscheinung bestätigt, sondern auch gezeigt, dass diese Sandsteinbildung der Steinkohlenformation angehört, da sie schwarze Schieferthone mit Pflanzenresten, ein Steinkohlenflötz, und in ihren untergeordneten Kalksteinen Productus, Spirifer und Krinoiden umschliesst; (Karstens Archiv, I, 1829, 331). Können nun auch, wie Lyell sehr richtig bemerkt, die Aufrichtung ihrer Schichten und der Mangel an Granitgeröllen in dem unterliegenden (devonischen) Conglomerate noch nicht als hinreichende Beweise für das jüngere Alter des Arraner Granites überhaupt gelten, so ist doch der von Ramsay, inmitten des grobkörnigen Granites, nachgewiesene feinkörnige Granit entschieden jünger, als diese Steinkohlenformation, da Necker im Jahre 1839 bei Ploverfield eine isolirte Masse desselben Granites entdeckte, welche ihre Schichten durchschneidet, und Apophysen in sie hinaustreibt; (*Lyell, Elements of Geol. 2. ed. II*, 374).

Sollte die von Schmidt in Karstens Archiv (IV, 1821, 28) mitgetheilte Notiz, dass unweit Schmalkalden ein wahrer Granitgang im Zechsteine aufsetze, eine weitere Bestätigung gefunden haben, so würde daraus folgen, dass gewisse Granite des Thüringer Waldes erst nach der permischen Formation hervorgebrochen sind.

Grosses Aufsehen erregten zu ihrer Zeit die Beobachtungen, welche der Graf Marzari-Pencati zuerst im Jahre 1819 über die Auflagerung des Granites und Syenites auf dem sogenannten Alpenkalkstein bei Predazzo in Tyrol bekannt machte. Diese Auflagerung ist auf eine bedeutende Ausdehnung entblöst, und lässt sich aus der Thaltiefe, von dem nördlichen der beiden Hügel alle Canzocoli, bis hinauf in den weissen Marmorbruch verfolgen. Die Auflagerungsfläche fällt 50° in Nord, ist ziemlich eben und regelmässig, durchschneidet aber die Schichten des Kalksteins unter bedeutenden Winkeln, wie man sich sowohl an dem genannten Hügel, als auch an dem hoch gelegenen schwarzen Marmorbruche (*cava di cipolino nero*) überzeugen kann. Von dem weissen Marmorbruche aus lässt sich die Gränzfläche zwischen Kalkstein und Syenit noch sehr weit hinauf, und gewiss bis gegen 1500 Fuss hoch über die Thalsohle verfolgen; sie richtet sich bald sehr steil auf und nimmt endlich, wie Leopold v. Buch beobachtete*), eine entgegengesetzte Lage an, so dass der Kalkstein zuletzt über dem Syenite liegt. Es ist aber durchaus ein weisser, krystallinischer und, zumal in der Höhe, oft ein äusserst grobkörniger

*) Leonh. Min. Taschenb. für 1824, S. 338, und 342.

Marmor, welcher an dieser Gränze ansteht, und weithin fortsetzt, bis er endlich in den dichten geschichteten Kalkstein übergeht, (I, 787); nur unmittelbar im Contacte ist er bisweilen feinkörnig und mit gelbem Vesuvian durchwachsen.— An dem jüngeren Alter dieses Granit-Syenites von Predazzo ist nicht zu zweifeln; durch die neueren Untersuchungen ist es aber entschieden, dass der grössere Theil der angränzenden Kalkstein-Ablagerung der Triasformation angehört; folglich liefert uns Predazzo den Beweis, dass die Eruptionsepoche gewisser granitischen Gesteine erst nach der Periode der Trias eingetreten sei.

Auf der Insel Sky, der grössten der Hebriden, treten der Syenit und der Liaskalkstein unter solchen Verhältnissen auf, welche das jüngere Alter des ersteren darthun. Nach Macculloch soll die grosse Syenitmasse des Ben-na-Charn, eben so wie die Syenit-Hügelreihe, welche von Kilbride herkommt, und manche andere, im Kalksteingebiete auftretende Syenitpartie ganz bestimmt über dem Kalksteine liegen, auch bei Kilbride selbst eine Syenitmasse den Kalkstein durchsetzen, während nach v. Dechen und v. Oeynhausen der Kalkstein überall nur dem Syenite aufliegt*). Dieser graue, dichte Kalkstein der Liasformation erscheint aber auf bedeutende Distanzen von den Contactflächen zu weissem, krystallinisch-körnigem Marmor umgewandelt; dabei sind in der Regel die Versteinerungen, eben so wie die Schichten, ganz unscheinbar geworden; desungeachtet finden sich an einzelnen Puncten, wie z. B. bei Corrie und Kilbride, auch im Marmor noch deutlich erkennbare Gryphäen, als schlagende Beweise, dass derselbe nur ein umkrystallisirter Liaskalkstein ist, wie solches auch die ganz allmäligen Uebergänge in den unveränderten Kalkstein darthun, die an vielen Orten zu verfolgen sind.

Die Ansicht, dass viele der krystallinisch-körnigen Kalksteine der Pyrenäen nichts Anderes, als durch Granite metamorphosirte sedimentäre Kalksteine, und dass daher die betreffenden Granite selbst von verhältnissmässig sehr jugendlichem Alter seien, ist besonders durch die Beobachtungen von Dufrénoy, Coquand und Rozet hervorgerufen und unterstützt worden**). Zuerst zeigte Dufrénoy, dass der Granit von Vicdessos neuer sein müsse, als die Liasformation, indem er den körnigen Kalkstein längs der dortigen Granitzone bis in das Thal von Lherz verfolgte, wo derselbe Fossilien dieser Formation umschliesst, auch dicht und grau ist, aber mehrorts sogleich krystallinisch-körnig erscheint, sobald der Granit in seiner Nähe auftritt; ja am See Lherz sieht man ein Kalksteinlager beiderseits auf Granit aufliegen, und an beiden Rändern weiss und krystallinisch, während es in der Mitte grau und dicht ist. Dabei lassen sich ganz allmälige Uebergänge aus dem dichten bis in den grobkörnigen Kalkstein verfolgen, welcher dicht am Granite Couzeranit, Granat, Grammatit und Eisenkies enthält; (*Mém. pour servir à une descr. géol. de la France*, *II*, 1834, *p*. 433). Eben so berichtete Coquand, dass bei Lacus ein dichter, schwarzer, von Fossilien erfüllter Kalkstein der Jura-

*) Die beiden genannten Beobachter vermochten weder die Auflagerung des Syenites, noch das gangförmige Auftreten desselben aufzufinden.

**) Die Existenz von wirklichen primitiven Kalksteinen in den Pyrenäen läugnete schon Palassou.

formation nahe am Granite in körnigen Kalkstein mit noch erkennbaren Korallen, und endlich in Calciphyr (I, 666) übergeht, in welchem die Fossilien zwischen den Couzeranitkrystallen kaum noch zu erkennen sind; (*Bull. de la soc. géol. t.* 12, 1841, *p.* 322).

Aus den Verhältnissen des Dolomites und Kalksteins von Saint-Martin-de-la-Gly, wo diese zu 75° aufgerichteten Schichten als Glieder der Kreideformation erkannt wurden, schliesst Dufrénoy sogar, dass der Granit der Pyrenäen jünger sein müsse, als die Kreide; denn der Granit hat nicht nur diese Schichten aufgerichtet, sondern ist sogar mit einem 37 Meter mächtigen Lagergange zwischen sie eingedrungen. Auch am Fusse des Pic de Bugarach hält der körnige, blaulichgraue Kalkstein, welcher bisweilen von mächtigen Granitgängen durchschnitten wird, hier und da Hippuriten und Diceraten, zum Beweise, dass er der Kreideformation angehört; (a. a. O. p. 76). Coquand, welcher diese Beobachtungen bestätigt, fügt noch hinzu, dass man im Thale der Ariège, oberhalb Aurignac zwischen Foix und Tarascon, den Schichten der Kreideformation viele Lagergänge von Granit eingeschaltet sieht, welche deutlich als blose laterale Ausläufer einer grösseren, den Kalkstein durchsetzenden Granitmasse zu erkennen sind.

Rozet, welcher ähnliche Beobachtungen im Thale der Gly anstellte, erkennt die Richtigkeit der daraus gezogenen Folgerungen, bemerkt jedoch, dass es, ausser diesen sehr neuen Graniten, auch noch sehr alte Granite in den Pyrenäen geben müsse, weil die in der Mitte des Gebirges dem Granite aufliegende Uebergangsformation zahlreiche Granitgeschiebe umschliesst; (*Comptes rendus*, *t.* 31, 1850, *p.* 885). Jedenfalls aber werden die von diesen Geologen berichteten Thatsachen als Beweise gelten müssen, dass ein Theil der dortigen Granite erst nach der Kreideformation zur Eruption gelangt ist*).

Vierter Abschnitt.

Uebergangs-Formationen,

oder

silurische und devonische Formation.

§. 311. *Einleitung.*

Wir schreiten jetzt zur Betrachtung der beiden ersten Glieder jener grossen Reihe von sedimentären Bildungen, welche von nun an unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise in Anspruch nehmen wird, obwohl wir ihrer Darstellung dann und wann die Schilderung einer eruptiven

*) Die Angabe von Griffith, dass mehre in der Grafschaft Antrim aus dem Glimmerschiefer heraufsteigende Syenitgänge auch durch die dortige Kreide setzen, ist wohl etwas zweifelhaft, da möglicherweise Dolerit für Syenit gehalten worden

Bildung einschalten müssen, um die natürliche Reihenfolge und die gegenseitige Abhängigkeit der beiderlei Bildungen einigermaassen hervortreten zu lassen. Die silurische und die devonische Formation, diese beiden ältesten fossilhaltigen, obwohl sich sehr innig an die Urschieferformation anschliessenden (S. 115) Bildungen sind es aber, welche von Werner und seinen Nachfolgern unter dem Namen der **Uebergangsformation** zusammengefasst wurden, dessen Beibehaltung uns aus den S. 51 angegebenen Gründen gar nicht so verwerflich bedünken will, als diess zuweilen behauptet worden ist.

Diese Uebergangsformationen (*terrains intermediaires* oder *t. de transition*) bestehen ihrer hauptsächlichen Zusammensetzung nach aus denjenigen sehr alten Sedimentgesteinen, welche sich auf dem Grunde des bereits mit Thieren und Pflanzen belebten Meeres innerhalb eines sehr langen Zeitraumes entwickelten, während dessen schon eine zeitweilig beharrliche Vertheilung von Wasser und Land bestanden haben muss. Die wesentlichen **Gesteine** der Uebergangsformationen haben daher alle den Charakter von klastischen, dialytischen oder krystallinischen Sedimentgebilden; dennoch aber nähern sich manche derselben in ihrem Habitus dermaassen gewissen Gesteinen der Urschieferformation, dass viele Geologen an der Möglichkeit zweifeln, überhaupt eine **Gränze** zwischen beiden Formationen angeben zu können; die silurischen und devonischen Thonschiefer sind oft von den Urthonschiefern gar nicht zu unterscheiden, wenn man nicht auf ihre Lagerung oder auf ihre organischen Ueberreste Rücksicht nimmt; dasselbe gilt von den beiderseitigen Quarziten, und von manchen anderen Gesteinen.

Daher wurde wohl auch häufig die Ansicht aufgestellt, dass man vom Gneisse aufwärts durch den Glimmerschiefer und Thonschiefer eine einzige und ununterbrochene Entwickelungsreihe bis in die Uebergangsformation verfolgen könne, und dass die Urschieferformation **ohne** irgend eine bestimmte Gränze ganz **allmälig** in die Uebergangsformation verlaufe. Allein, wenn wir auch zugeben müssen, dass die Gränze beider

sein kann; (*Bull. de la soc. géol. t.* 9, *p.* 291). Die Granitgneissbildung von Pottenstein, Reichenau und Senftenberg im Königgrätzer Kreise in Böhmen, von welcher Reuss glaubt, dass sie jünger sein müsse, als die Kreideformation, weil die Schichten des Pläners an ihr steil aufgerichtet sind, ist gewiss älter, und nur später heraufgeschoben worden; (Neues Jahrb. für Min. 1844, S. 24). Die Verhältnisse des Granites auf der Insel Elba haben wir nicht ausführlicher erwähnt, da die Ansichten über sie durch die vortreffliche Abhandlung von Coquand (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *II*, 155 ff.) etwas zweifelhaft geworden sind.

Formationen sehr undeutlich werden könne, und dass sie insbesondere da, wo die Uebergangsgebilde durch Granite oder andere eruptive Massen bearbeitet und verändert wurden, gänzlich verwischt werden konnte, so wird sie dennoch anzunehmen, und bei sorgfältiger Untersuchung gewiss auch in den meisten Fällen nachzuweisen sein.

Die Schwierigkeiten werden besonders dadurch herbeigeführt, dass auch die prozoischen Urschiefer bisweilen schon alle Charaktere von sedimentären, schlammartigen*) Bildungen an sich tragen (S. 122), ja dass sogar klastische Gesteine aus dem Bereiche der Urschieferformation keinesweges gänzlich ausgeschlossen sind (S. 133). Wenn nun der Urthonschiefer sehr häufig die obersten Schichten des Urgebirges bildete, so wird auch der Uebergangsthonschiefer hauptsächlich aus der Zerstörung desselben hervorgegangen sein, und also zwischen beiden Gesteinen zunächst eine fast gänzliche Identität des Materials Statt finden müssen. Es bestand aber jene Zerstörung der Urschiefer nicht blos in einer mechanischen Zerstückelung, sondern auch in einer feineren Bearbeitung derselben durch das Wasser, welche in den ersten Stadien der Uebergangsformation durch eine noch ziemlich bedeutende Wärme unterstützt worden sein mag. Bei solcher Ausbildungsweise mussten die aus dem feinsten Schliche und Zersetzungsschlamme der zerstörten Urschiefer hervorgegangenen Uebergangsschiefer zuweilen eine solche Aehnlichkeit mit dem Urschiefer, als dem Archetypus ihres Materials, erhalten, dass es in vielen Fällen eben so schwierig werden kann, die beiderlei Gesteine in Handstücken nach ihren Merkmalen petrographisch zu unterscheiden, als solche im Gebirge nach ihren Gränzlinien geognostisch zu trennen. Diese letztere Aufgabe wird besonders dann grosse Schwierigkeiten haben, wenn die Uebergangsschiefer unmittelbar in concordanter Lagerung den Urschiefern aufliegen.

Auch werden die obersten Urschieferschichten theils schon vor, theils auch noch nach der Ablagerung der untersten, sie bedeckenden Uebergangsschichten ganz ähnliche Zersetzungen erlitten haben, wie diejenigen waren, welche eben das Material dieser letzteren lieferten; allein die Wirkung dieser Zersetzungen wird mit der Tiefe abnehmen, und endlich ihre Gränze erreichen. Wie daher oft in solchen Gegenden, wo Sandstein auf Granit liegt, ein allmäliger Uebergang aus dem festen Granite durch zerstörten Granit in sehr feldspathigen Sandstein, und aus diesem bis in den reinen Quarzsandstein zu beobachten ist, so wird auch unter den vorerwähnten Umständen ein allmäliger Uebergang aus dem vielleicht krystallinischen Urschiefer, durch seine mehr oder weniger zersetzten obersten Schichten, bis in die aufgelagerten Uebergangsschiefer zu verfolgen, und die Gränze beider Bildungen nur ungefähr anzugeben sein. Wie wenig man aber im ersteren Falle an einen wesentlichen und genetischen Uebergang aus Granit in Sandstein, an eine stetige und organische Herausbildung des letzteren aus dem ersteren glaubt,

*) Daher sagte Burat sehr richtig in Betreff der Bedeutung des Ausdrucks *terrain de transition: ce n'est point en effet la transition d'un mode de formation à un autre, la transition des roches cristallines aux roches sedimentaires ayant eu lieu dans le terrain primitif. Traité de Géogn. II*, 1834, *p.* 211.

so wenig ist wohl auch im Allgemeinen ein solcher Uebergang und eine solche Herausbildung der Uebergangsschiefer aus den Urschiefern anzunehmen.

In den meisten Fällen besteht gewiss eine Gränze, eine Discontinuität zwischen beiden Bildungen; aber die Nachweisung dieser Gränze wird oft ihre grossen Schwierigkeiten haben; man wird sie sogar bisweilen schwankend lassen und die wahre Gränzlinie innerhalb einer mehr oder weniger breiten Zone anerkennen müssen, ohne sie jedoch scharf ziehen zu können.

Burat sprach sich hierüber fast in gleicher Weise aus, indem er auf die Nothwendigkeit einer Trennung der primitiven Formationen von den Uebergangsformationen aufmerksam machte. *La difficulté étant de déterminer convenablement la ligne de démarcation, il est bon de la placer là, ou l'origine sédimentaire est exprimée d'une manière franche; ... on laisse ainsi dans le terrain primitif tout ce qu'il y a de vague dans cette histoire des premiers âges du globe;* (a. a. O. S. 209).

Eine der wichtigsten, und die Uebergangsformationen vorzugsweise charakterisirenden Eigenschaften ist das erste Auftreten organischer Ueberreste. Wir begegnen in ihnen den ältesten Monumenten des Thier- und Pflanzenreiches, den ersten Erzeugnissen der Natur im Gebiete der organischen Welt, und deshalb gewinnt das Studium dieser Formationen eine hohe Bedeutung für die ganze Entwickelungsgeschichte der Natur. Dabei ist es sehr merkwürdig, dass die Geschlechter und Arten der in ihr begrabenen Thiere und Pflanzen über die ganze Erdoberfläche eine grosse allgemeine Aehnlichkeit, ja zum Theil eine völlige Einerleiheit wahrnehmen lassen, woraus auf eine damals noch obwaltende Gleichheit der klimatischen Verhältnisse geschlossen werden kann. Eben so lässt die auffallende Aehnlichkeit, welche gewisse Gesteine dieser Formationen über den ganzen Erdball zeigen, auf eine grosse Aehnlichkeit der physikalischen und geographischen Verhältnisse schliessen, welche zur Zeit ihrer Bildung bestanden haben muss.

Dass übrigens in den untersten Etagen der Uebergangsformationen, ja dass selbst in manchen ihrer höheren Etagen oft alle Spuren von organischen Ueberresten vermisst werden, diess ist wohl sehr begreiflich, wenn wir bedenken, welche Umstände sowohl bei dem ersten Beginnen, als auch bei dem weiteren Fortgange ihrer Entwicklung gewaltet haben können.

Die Temperatur des Meeres mag anfangs noch zu hoch (S. 23 und 39), die Meerestiefe mag gar häufig noch zu gross (S. 40, 43 und 45), und die Verbreitung der zuerst geschaffenen Organismen noch zu beschränkt gewesen sein, als dass in den anfänglich gebildeten Schichtensystemen sogleich überall organische Ueberreste zu erwarten wären; die beiden letzteren Ursachen mögen es auch bewirkt haben, dass selbst später mächtige Schichtensysteme zur Ausbildung gelangten, welche gar keine, oder nur äusserst sparsame Fossilien enthalten. Rechnet man hierzu die völlige Vergänglichkeit so vieler

organischer Körper, die Abhängigkeit ihres Gedeihens von der Beschaffenheit des Meeresgrundes (S. 44), die numerische Armuth der uranfänglichen Organisation an Geschlechtern und Arten (S. 31), und die nothwendige Leere an gewissen Organismen, welche das Meer über jedem, eben erst zur Submersion gelangten Landstriche geraume Zeit hindurch behaupten musste (S. 46), so wird man es sehr natürlich finden, dass sich nur gewisse Schichten und Schichtensysteme besonders reich an Fossilien erweisen, während solche in anderen sehr sporadisch vorkommen, und in noch anderen, vielleicht sehr mächtigen Schichtensystemen gänzlich vermisst werden.

Da sich nun die silurische und die devonische Formation hauptsächlich nur durch ihre bathrologische Stellung und ihre organischen Ueberreste unterscheiden lassen, während beide in ihren petrographischen und geotektonischen Verhältnissen gewöhnlich eine grosse allgemeine Aehnlichkeit besitzen, so wird es am zweckmässigsten sein, zuvörderst diese letzteren Verhältnisse für beide Formationen zugleich, dann aber die auf ihre paläontologischen Merkmale gegründete Sonderung in zwei verschiedene Formationen in Betrachtung zu ziehen.

Endlich stellt es sich bei diesen, wie bei allen übrigen sedimentären Formationen als nothwendig heraus, auch auf die Verschiedenheit ihrer Ausbildungsweise innerhalb verschiedener Bildungsräume (S. 22) Rücksicht zu nehmen. Es ist diess ein Verhältniss, welches sich weder bei den primitiven, noch bei den eruptiven Formationen in gleichem Grade geltend macht, weshalb auch die Betrachtung dieser Formationen mehr allgemein, und ohne Berücksichtigung einzelner Regionen ihres Vorkommens durchgeführt werden kann. Während es daher bei den primitiven und bei den granitischen Formationen weniger nothwendig erschien, nach ihrer allgemeinen Schilderung einzelne Beispiele aus diesen oder jenen Ländern vorzuführen, so wird die Darstellung der sedimentären Formationen in der Regel mit der Beschreibung einzelner, vorzüglich ausgezeichneter Beispiele ihres Vorkommens zu beschliessen sein, um den Leser mit der besonderen Art und Weise ihrer Entwickelung innerhalb verschiedener Bildungsräume einigermaassen bekannt zu machen.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Uebergangsformationen.

§. 312. *Allgemeine Uebersicht.*

Die Uebergangsformationen bestehen vorwaltend aus sandsteinartigen, thonschieferartigen und kalksteinartigen Bildungen. Die sandsteinartigen Bildungen tragen grösstentheils das Gepräge von klastischen, aus ange-

schwemmtem und wiederum verkittetem Gesteinsschutte bestehenden Felsarten; doch kommen auch sehr krystallinische Quarzsandsteine vor, welche endlich in vollkommene Quarzite übergehen. Gewisse dieser ältesten Psammite werden Grauwacke genannt; sie unterscheiden sich auch ziemlich auffallend von den meisten übrigen Sandsteinen, und gehen, wenn sie sehr feinkörnig und schiefrig werden, in Grauwackenschiefer über. An diesen Grauwackenschiefer schliessen sich die Thonschiefer an, welche durch grosse Feinheit und Homogenität ihrer Masse ausgezeichnet sind, und aus den feinsten Schlichen der zerstörten älteren Gesteine gebildet worden sein müssen. Auch Conglomerate kommen in verschiedenen Etagen der Uebergangsformationen vor, obwohl sie in manchen Gegenden zu den grossen Seltenheiten gehören; sie schliessen sich einerseits an die Grauwacken, anderseits an die Quarzsandsteine an. Noch sind der Kieselschiefer und Alaunschiefer als ein paar sehr gewöhnliche Gesteine zu nennen.

Unter den krystallinischen Haloidgesteinen behaupten die Kalksteine eine ganz vorzügliche Wichtigkeit, weil sie sehr häufig vorkommen, und die meisten, so wie die am besten erhaltenen organischen Ueberreste umschliessen; Dolomit und Mergel sind weniger allgemein vorkommende Gesteine; Gyps ist nur selten beobachtet worden, und das gleichfalls seltene Vorhandensein von Kochsalz scheint öfter durch Salzquellen angezeigt, als durch wirkliches Steinsalz nachgewiesen zu sein.

In sehr vielen Regionen spielen Grünsteine, Grünsteinconglomerate, Grünsteintuffe und Schalsteine eine recht wichtige Rolle; wenn nun auch die eigentlichen Grünsteine, als eruptive Bildungen, nicht zu dem wesentlichen Bestande der Uebergangsformationen gerechnet werden können, so sind doch die von ihnen abstammenden klastischen und sedimentären Bildungen als wesentliche Formationsglieder zu betrachten, welche den übrigen Gliedern regelmässig eingeschichtet und gar nicht selten ziemlich reich an organischen Ueberresten erscheinen. Auch Porphyre treten in manchen Gegenden unter ähnlichen Verhältnissen auf.

Zu den untergeordneten, aber in technischer Hinsicht mehr oder weniger wichtigen Bildungen gehören noch Anthracit, Steinkohle und mancherlei Erzlagerstätten.

§.313. *Grauwacke, Grauwackenschiefer, Thonschiefer, Alaunschiefer u.s.w.*

Wir beginnen die petrographische Schilderung der Uebergangsformationen mit der Grauwacke, von welcher Burat sehr richtig

bemerkte, sie sei gewissermaassen als das charakteristische Gestein dieser Formationen zu betrachten, wenn sie auch nicht gerade überall das vorherrschende Gestein derselben bilde; (*Traité de Géogn. II*, 219). Die Grauwacke ist zwar ein psammitisches oder sandsteinartiges Gestein, zeigt aber doch so ganz besondere Eigenschaften, dass sie nothwendig unter einem besondern Namen aufgeführt werden muss.

Wenn also auch bisweilen in weit jüngeren Formationen (wie z. B. noch in der tertiären Molasse) sehr ähnliche Gesteine vorkommen, so glauben wir doch, dass der Name Grauwacke so lange beizubehalten ist, bis er durch einen besseren ersetzt sein wird, trotz dem, dass Murchison ihn in seinem Werke über das silurische System unter die *unmeaning names* rechnete, deren Beibehaltung eine Absurdität sein würde; dass früher Macculloch, in seiner oft hypochondrischen und selbstgefälligen Kritik der teutschen Geognosie behauptete, die Confusion, welche von den teutschen Geologen durch die Einführung des Wortes Grauwacke verursacht worden, habe ihre Schriften schlimmer als unbrauchbar (*worse than useless*) gemacht; und dass Hitchcock, ihm beistimmend, diesen Namen, nicht nur als eine Quelle von *much perplexity in geology*, sondern auch wegen seiner *cacophony* aus der Wissenschaft getilgt wissen will. Dagegen dürfte die Bemerkung zu beherzigen sein, welche De-la-Beche zu Gunsten der einstweiligen Beibehaltung des Wortes Grauwacke aussprach: *in a rapidly advancing science, like geology, it seems desirable to retain names, which, while they serve to assist our memories in classifying the deposits, do not carry with them any particular hypothesis, or prematurely generalise local facts*; (*Rep. on the Geol. of Cornw. p.* 38). Auch hat noch neuerdings Harkness den Namen Grauwacke allein für geeignet erklärt, um die Gesteine der Silurformation in Dumfriesshire zu bezeichnen; (*Quarterly Journal of the geol. soc. VII, p.* 46).

1. Grauwacke. Die körnige oder gemeine Grauwacke (I, 698) wurde im Jahre 1800 von Mohs als ein vollkommener Sandstein bezeichnet, und folgendermaassen charakterisirt: „Runde und eckige Körner, sämmtlich mehr oder weniger abgeführte Geschiebe und keinesweges als ursprünglich anzusehen*), sind durch eine erdige Masse verbunden; die Körner bestehen aus Quarz, aus Kieselschiefer und selbst aus einem älteren Thonschiefer von meist graulichschwarzer Farbe; das Bindemittel ist eine Thonschiefermasse, welche mehr oder weniger von einer Quarzauflösung durchdrungen gewesen sein mag; die Grösse der Körner von kaum sichtbarer bis zur Nuss-Grösse; häufig sind kleine gelbliche oder silberweisse Glimmerblättchen; die gemeine Grau-

*) In v. Moll's Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde, III, S. 55. Später hat sich jedoch Mohs der, schon von Heim und Anderen geltend gemachten Ansicht zugewendet, dass die Grauwacke ein chemisches und krystallinisches Gebilde sei.

wacke ist von ungemeiner Festigkeit und sehr schwer zersprengbar; charakteristisch für sie sind unbestimmt eckige Bruchstücke, ohne die mindeste Anlage von schiefriger Textur u. s. w." Mit dieser Beschreibung stimmt sehr wohl überein, was Heim ein paar Jahre später über die Grauwacke des Thüringer Waldes sagte: die Grauwacke ist, wie der Granit, ein gemengtes, ein aus verschiedenartigen Körnern zusammengesetztes Gestein; die Körner sind meist grau und schwarz, doch giebt es auch weisse, rothe, gelbliche und grünliche; der Masse nach pflegen aber die grauen und schwarzen Körner vorzuwalten; sie bilden oft neun Zehntheile des Ganzen, und bestehen aus Thon- und Kieselschiefer; die übrigen Körner sind besonders Quarz, welcher weiss, oder blaulich wie Opal, und Feldspath, welcher gelblich oder röthlich zu sein pflegt. Glimmerblättchen sind in der körnigen Grauwacke selten, die Quarzkörner sind meist rund, die anderen Körner gewöhnlich eckig. Im Ganzen ist die Grauwacke am Thüringer Walde kleinkörnig und mittelkörnig, die grobkörnigen Varietäten finden sich strich- und partieenweise in den übrigen, andere Varietäten gehen durch fortwährende Verfeinerung in das Dichte über. (Thür. Wald, II, 4. Abth. S. 245 ff.).

Beide Beschreibungen vereinigt geben in der That eine sehr richtige Vorstellung von der körnigen Grauwacke. Als einen wesentlichen Punct glauben wir besonders die polymere, d. h. die aus Körnern verschiedener Gesteine und Mineralien gebildete Zusammensetzung derselben hervorheben zu müssen, wie diess nicht nur Mohs und Heim von der teutschen, sondern auch Macculloch und Horner (*Trans. of the geol. soc. II*, 444 und *III*, 342) von der Schottischen und Englischen Grauwacke angeben, und Hitchcock für diejenige Varietät der Nordamerikanischen Grauwacke bestätigt, welche er *classical greywacke* nennt; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 257). Auch stimmen damit die aus allen übrigen Ländern bekannt gewordenen Beschreibungen überein. Das sehr gewöhnliche Vorkommen von Feldspathkörnern neben den Körnern von Quarz, Kieselschiefer und Thonschiefer ist noch neuerdings von Walchner hervorgehoben worden; bisweilen werden sie ziemlich gross, und bilden dann eine recht auffallende Erscheinung, weil sie gewöhnlich sehr frisch und unzersetzt zu sein pflegen. So z. B. zwischen Rottluf und Röhrsdorf unweit Chemnitz in Sachsen, und nach Grandjean in der Grauwacke von Nieder-Rossbach im Herzogthum Nassau; (Neues Jahrb. für Min. 1849, 187).

Während die Grauwacke bei immer grobkörnigerer Entwickelung in Breccien und Conglomerate übergeht, so erreicht sie durch fortwährende Verfeinerung ihres Kornes, bei gleichzeitigem Zurücktreten der Quarz- und Kieselschieferkörner und Vorwalten des thonigen Bindemittels, einen pelitischen Zustand, in welchem man sie dichte Grauwacke genannt hat; sie erscheint dann wie ein homogenes Gestein von geringerer Härte und

von einem Bruche, welcher muschlig bis uneben im Grossen und feinsplittrig oder feinerdig im Kleinen ist.

Zu diesen höchst feinkörnigen bis dichten Grauwacken dürfte nach Conybeare der sogenannte *dunstone* in Devonshire, nach Cotta mancher sogenannte Blaustein in der Lausitz gehören, wie denn dergleichen Varietäten in den meisten Gebieten der Uebergangsformationen vorkommen.

Obwohl graue Farben als die gewöhnlichen und herrschenden der Grauwacke zu betrachten sind (I, 698) so finden sich doch auch bisweilen röthlichbraune und rothe Varietäten, welche ihre Farbe einer Beimischung von Eisenoxyd zu verdanken haben. Häufig wird die körnige Grauwacke von Quarzadern durchzogen, was zumal bei vorwaltendem kieseligem Bindemittel, bisweilen aber in dem Grade der Fall ist, dass die Quarzadern ein förmliches Netzwerk bilden.

Diese Quarzgänge *en miniature* lassen oft alle die Verhältnisse der Durchsetzung, Verwerfung, Schleppung u. s. w. wahrnehmen, welche die Erzgänge im grösseren Maassstabe zu zeigen pflegen, so dass man recht instructive Belegstücke über diese Verhältnisse aus solcher von vielen Quarzadern durchschwärmten Grauwacke sammeln kann.

Die körnige Grauwacke tritt oft in äusserst mächtigen Schichten auf, ist auch bisweilen sehr undeutlich geschichtet, und erhält dann nicht selten das Ansehen eines massigen Gesteins (I, 499), zumal, wenn sie zugleich der unregelmässig polyedrischen Zerklüftung unterworfen ist; sie steht zuweilen im Ganzen an, sagte Heim, fast wie Granit, gewöhnlich aber in Schichten von 2 bis 12 Fuss Mächtigkeit. Obgleich übrigens die so eben erwähnte unregelmässige Absonderung am häufigsten vorkommt, so sind doch auch bisweilen kugelige Gesteinsformen mit oder ohne concentrisch-schaliger Absonderung zu beobachten. Auch zeigt die Grauwacke in solchen Districten, wo die mit ihr wechselnden schiefrigen Gesteine der transversalen Schieferung unterworfen sind, nicht selten eine gleichsinnige transversale Plattung oder plattenförmige Absonderung; (I, 518).

Einige Beispiele der sphäroidischen Structur wurden bereits im ersten Bande S. 477 angeführt. Schon Heim erwähnte in der Grauwacke des Thüringer Waldes kugelige Partieen, die meist feinkörniger und fester als ihre Umgebung sind; Erbreich gedachte ähnlicher Kugeln von der Martinsknipp im Aarthale in Rheinpreussen, und Baur berichtet, dass bei Welmich am linken Rheinufer eine ganze Schicht concentrisch-schalige Kugelbildungen zeige, welche sich übrigens an vielen Orten in der Grauwacke vorfänden; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, 1840, 139). Tantscher gab zwischen Hockerode und Oberlockwitz unweit Camsdorf concentrisch-schalige Kugeln von vielen Ellen Durchmesser an; (Karstens Archiv, Bd. 19, 1829, 333). Dass alle diese Kugeln als Concretionsgebilde zu betrachten sind, dafür

liefern die von Richter bei Saalfeld beobachteten Grauwackensphäroide den Beweis, welche zuweilen in ihrer Mitte ein Stück petrificirtes Holz umschliessen; (I, 536).

2. Grauwackenconglomerat. Wenn die in der grobkörnigen Grauwacke enthaltenen Körner und Brocken grösser werden, so bilden sich conglomeratartige Gesteine aus, deren Gerölle und Geschiebe gewöhnlich von körniger, schiefriger oder dichter Grauwacke umschlossen werden, wohl auch bisweilen selbst aus Grauwacke bestehen, während sie ausserdem von sehr verschiedenen Gesteinen abstammen können. Dergleichen Conglomerate gehören zwar nicht gerade zu den sehr häufigen und ausgedehnten Vorkommnissen, können jedoch in allen möglichen Niveaus der Uebergangsformationen auftreten, und finden sich nicht selten an der untersten Gränze der silurischen oder devonischen Formation, oder auch einzelner Etagen derselben, in welchem Falle der Anfang derjenigen sedimentären Operationen sehr deutlich bezeichnet ist, durch welche die weiter aufwärts folgenden Schichten gebildet wurden.

Schon Saussüre hob es als eine sehr wichtige Thatsache hervor, dass man fast immer zwischen den letzten primitiven und den ersten sedimentären Schichten grobe Sandsteine oder Conglomerate abgelagert finde; (*Voy. dans les Alpes*, §. 594); und wirklich scheint in vielen Fällen die Bildung einer Sedimentformation mit conglomeratartigen Ablagerungen eröffnet worden zu sein, welche sich freilich nicht immer durch das ganze Areal, sondern vorzüglich nur an den ursprünglichen Rändern ihres Verbreitungsgebietes vorfinden werden, für welche sie oft recht bezeichnend sein dürften. Die groben Conglomerate bei Hartmannsgrün, unweit Oelsnitz in Sachsen, bilden in der That die untersten Schichten der ganzen dortigen Uebergangsformation.

Heim und v. Hoff beschrieben ein Grauwackenconglomerat mit Thonschiefercäment von Oberhaslach am Thüringer Walde; die zum Theile faustgrossen Geschiebe bestehen aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Grünstein und anderen Gesteinen; desungeachtet aber wollte sie Heim nicht für Geschiebe, sondern für Nieren oder Concretionen erklären, weil er nun einmal von der Meinung befangen war, dass die Grauwacke ein ursprüngliches und chemisches Gebilde, also kein klastisches Gestein sei. Eben so erwähnte er vom Schneidemühlberge bei Tettau und vom Spitzberge bei Jagshof unweit Judenbach grosskörnige Grauwacken mit runden Geschieben; (Thür. Wald, II, 4. Abth. 259). Der von Reichenbach sogenannte Lathon, eine devonische Grauwackenbildung bei Blansko in Mähren, erscheint zwischen Malostowitz und Czebin als ein Conglomerat mit rundlichen Quarzblöcken bis zur Grösse eines Cubiklachters; und Gumprecht sah unweit Przibram in Böhmen, zwischen Dubno und Dubenitz, körnige Grauwacke mit häufigen Einschlüssen von Quarz und Porphyr, bei Dubenitz selbst feinkörnige, dunkelgrünlichgraue Grauwacke mit ungemein vielen runden und eckigen Bruchstücken von Granit, Quarz, Thonschiefer und Felsitporphyr, endlich bei Modrzowitz eine Grauwacke mit sehr vorwaltenden Fragmenten von Porphyr, Granit, Kieselschiefer und Thon-

schiefer. (Karstens Archiv, Bd. 10, 1837, S. 526 f.) Von den gleichfalls granitführenden Grauwackenconglomeraten am Harze und in anderen Gegenden ist bereits oben S. 276 die Rede gewesen. Hitchcock gedenkt aus Massachusetts ähnlicher Conglomerate, welche aus Geschieben von Granit, Syenit, Porphyr, Quarz, Thon- und Kieselschiefer, so wie aus einem von feinerem Schutte derselben Gesteine gebildeten Cämente bestehen. Alle solche Conglomerate liefern den Beweis, dass es in den genannten Gegenden schon Granite und Porphyre gegeben haben muss, ehe die betreffenden Schichten der Uebergangsformation gebildet wurden. Nach Carrick-Moore enthält auch die silurische Formation der Lammermuirs in Schottland am Corswall-Point sehr grobe Conglomerate mit zoll- bis fussgrossen, völlig abgerundeten Geröllen von quarzfreiem Porphyr, Syenit, Serpentin u. a. Gesteinen; ja, diese Gerölle erlangen zum Theil einen Durchmesser von 3 bis 5 Fuss; dagegen sah Nicol die dortige Grauwacke anderwärts breccienartig durch grosse Thonschieferfragmente; (*Quarterly Journal of the geol. soc. V*, 7 und *IV*, 196). Stevenson beobachtete auf der Insel Little-Ross in Kirkcudbrightshire ein Conglomerat, dessen Gerölle grösstentheils aus Grauwacke bestanden; (*Edinb. new phil. Journ. vol.* 35, 1843, *p.* 84).

3. Grauwackenschiefer. Wenn die körnige Grauwacke feinkörniger und zugleich immer reicher an Glimmerschuppen wird, so geht sie zuvörderst in schiefrige Grauwacke über, deren dickschiefrige Structur entweder stetig, oder mit Intervallen ausgebildet ist, je nachdem die Glimmerschuppen dem Gesteine gleichmässig eingestreut, oder nur auf den Fugen der dünnplattenförmigen Schichten und Gesteinslagen abgelagert sind. Bei fortwährendem Ueberhandnehmen der immer feineren Glimmerschuppen und des thonigen Bindemittels gelangt man endlich in den Grauwackenschiefer, dessen wichtigste Eigenschaften schon im ersten Bande S. 699 angegeben worden sind. Wir fügen nur noch hinzu, dass zwar aschgrau und andere graue Farben bis schwärzlichgrau seine gewöhnlichsten Farben sind, dass er aber auch bisweilen grünlich, roth und röthlichbraun gefärbt, und in seinen dunkelgrauen bis schwarzen Varietäten dem Ausbleichen unterworfen ist, weshalb solche an der verwitterten Oberfläche licht aschgrau erscheinen. Auch ist der Grauwackenschiefer oft mit wulstigen, schwieligen, striemigen, oder wellenfurchigen Schichtungsflächen versehen, wie er denn überhaupt in seinem ganzen Habitus mehr oder weniger an schlammartige Sedimente erinnert. Auf den Spaltungsflächen sind meist zahlreiche weisse Glimmerschüppchen zu erkennen.

Die Glimmersandsteine oder Micopsammite (I, 698) schliessen sich unmittelbar an die sehr glimmerreichen schiefrigen Grauwacken und Grauwackenschiefer an, von welchen sie sich besonders dadurch unterscheiden, dass die oft ziemlich grossen Glimmerschuppen ganz dicht über einander liegen, und nur durch ein sehr sparsames Bindemittel zusammengehalten werden.

4. Thonschiefer, (*Térenite d'Aub.*). Die Thonschiefer der Uebergangsformationen werden zwar bisweilen, bei lichten Farben, vollkommener Spaltbarkeit und glänzenden Spaltungsflächen, den Urthonschiefern so ähnlich, dass sie von selbigen nur noch durch ihre Lagerung oder durch ihre Zugehörigkeit zu fossilhaltigen Schichtensystemen unterschieden werden können; doch haben die charakteristischen Varietäten gewöhnlich ein eigenthümliches, mehr pelitisches als krystallinisches Ansehen, graue bis schwarze Farben, matte oder nur schimmernde Spaltungsflächen, so wie eine minder vollkommene und (in Folge der transversalen Schieferung) sehr häufig eine zweifache Spaltbarkeit, vermöge welcher sie sich in rhombische Prismen, Stängel oder Griffel zerschlagen lassen.

Schon im Jahre 1783 zeigte Habel, dass keinesweges aller Thonschiefer zu den primitiven Bildungen gehöre; wenige Jahre darauf unterschied Werner in seiner Classification der Gebirgsarten den uranfänglichen und den flötzartigen Thonschiefer, und 1794 suchte v. Beroldingen zu beweisen, dass nur die wenigsten sogenannten Thonschiefer als primitive Gesteine zu betrachten seien. Diese Ansicht hat sich auch in der Folgezeit immer mehr bestätigt; ja, gegenwärtig wollen viele Geologen gar keinen primitiven Thonschiefer mehr zugestehen, und alle Gesteine dieses Namens den Uebergangsformationen zuweisen. Indessen glauben wir doch, gewisse sehr krystallinische Thonschiefer, welche unmittelbar auf Glimmerschiefer gelagert zu sein pflegen, keine Spur von organischen Ueberresten enthalten, und mit gar keinen fossilhaltigen Schichten verbunden sind, noch als primitive Thonschiefer betrachten zu können, wie solches oben S. 122 f. geschehen ist.

Stark glänzende und auf ihren Spaltungsflächen regelmässig gestreifte oder gefältelte Thonschiefer dürften im Gebiete der Uebergangsformationen eine seltnere Erscheinung bilden, als im Gebiete der Urschieferformation, wo sie recht eigentlich zu Hause sind. Ausser den grauen und schwarzen Farben kommen noch besonders grüne, gelbe, rothe und violette Farben vor; die grünen Farben dürften in einer innigen Beimengung von Chlorit begründet sein, während die rothen und röthlichbraunen Farben von Eisenoxyd herrühren, welches bisweilen so reichlich vorkommt, dass die betreffenden Schiefer als Eisensteine zu benutzen sind. Manche Schiefer zeigen eine sehr feine transversale Farbenstreifung, andere eine gebänderte, geflammte, gewolkte und gefleckte Farbenzeichnung, an welcher sich zumal die grünen und die rothen oder violetten Farben betheiligen.

Mit Eisenoxyd sehr reichlich imprägnirte Schiefer finden sich z. B. nach Tantscher bei Gräfenthal, und nach Richter bei Saalfeld in Thüringen; eben so nach Baur zwischen Mausbach und Vicht unweit Stollberg in Rheinpreussen, nach Sedgwick und Murchison in der zweiten Gruppe des Schiefergebirges von Devonshire, zwischen den Quantock-hills und Linton. — Die Wetzschiefer

sind eigenthümliche, meist gelb, licht gelblichgrau bis grünlichgrau gefärbte Thonschiefervarietäten von sehr feiner, homogener und compacter Masse und mittleren Härtegraden; sie treten zwischen anders gefärbten Schiefern in schmalen Schichten oder dünnen Lagen auf, welche bei transversaler Schieferung bis zur Täuschung das Ansehen von gangartigen Bildungen gewinnen können. So ist z. B. das Vorkommen des berühmten Wetzschiefers von Salm-Chateau, Ottrez und Bihain in den Ardennen.

Unter den accessorischen Bestandtheilen ist Pyrit der gewöhnlichste; in den metamorphischen Schiefern aber finden sich nicht selten Chiastolithkrystalle und noch häufiger jene dunkelfarbigen kleinen Concretionen ein, durch welche sie als Fleckschiefer und Knotenschiefer erscheinen. Von accessorischen Bestandmassen sind Nester und Trümer von Quarz, Nieren und Wülste von härterer, festerer Thonschiefermasse und von Eisenkies nicht so gar selten; vor allen aber verdienen die abgeplatteten Nieren und Schwülen von Kalkstein erwähnt zu werden, welche von einem Zoll bis zu einem oder mehren Fuss im Durchmesser und gewöhnlich in grosser Anzahl beisammen vorkommen; dabei lassen sie stets eine regelmässige lagenweise Vertheilung erkennen, indem sie innerhalb einer und derselben Schichtungsfläche neben einander liegen, was sich gewöhnlich in mehren auf einander folgenden Schichten wiederholt, so dass sie, aus der Ferne gesehen, wie Schnuren oder Ketten von Kalkstein-Nieren erscheinen, an welchen die wahre Lage der Schichten auch dann noch zu erkennen ist, wenn solche durch transversale Schieferung gänzlich maskirt sein sollte.

In solchen Fällen bilden diese Reihen von Kalksteinschwülen eine sehr auffallende Erscheinung, weil sie die Schieferung des Gesteins unter kleineren oder grösseren, ja bisweilen unter rechten Winkeln durchschneiden. Es würde überflüssig sein, Beispiele von dem Vorkommen solcher Kalksteinnieren anzuführen, da sie in denjenigen Gegenden, wo die Thonschiefer und Grauwackenschiefer sehr vorwalten, zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören. Sie sind meist stark abgeplattet, und gewöhnlich linsenförmig bisweilen aber auch unregelmässig gestaltet; da sie oft Fossilien umschliessen, so hat man ihnen alle Aufmerksamkeit zu schenken. Die aus einer compacten, thonschieferähnlichen Masse bestehenden Nieren haben ähnliche Formen; ein sehr ausgezeichnetes Beispiel erwähnt Keyserling vom Pulnajagora oder Kugelberge im Petschoralande, wo ein schwarzer silurischer Thonschiefer mit einer ungeheuren Menge Kugeln von der Grösse einer Flintenkugel bis zu der einer Kartätschenkugel erfüllt ist, welche aus derselben Substanz zu bestehen scheinen, wie der Schiefer; (Wissensch. Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland, S. 363). Auf ähnliche Weise kommt auch der Pyrit bisweilen in recht vollkommenen Kugeln, öfter jedoch in abgeplatteten Concretionen vor. Heim beschreibt solche Pyritnieren von Gäberndorf am Thüringer Walde, welche bis zu einem Fuss und darüber im Durchmesser haben, von einer Thonschieferschale umgeben werden, bisweilen auch concentrisch

schalig aus Pyrit- und Schieferlagen zusammengesetzt sind, in grosser Menge vorkommen und nicht selten reihenförmig neben einander liegen. Uebrigens bildet der Pyrit auch oft Lagen, Schnüre und Adern. Hier und da hat sich auch Eisenoxyd in Nieren concentrirt, wie z. B. in der Gegend von Alençon, wo ein sehr weicher Schiefer abgeplattete Sphäroide umschliesst, die stark mit Eisenoxyd imprägnirt und zugleich ganz erfüllt von Fossilien sind, so wie in der Gegend von Düren, wo der Thonschiefer stellenweise theils Sphärosideritkugeln, theils Nester von Brauneisenerz enthält. —

Die meisten Dachschiefer gehören den Thonschiefern der Uebergangsformation an. Sie sind nämlich solche Varietäten von Thonschiefer, welche vermöge ihrer sehr vollkommenen und ebenflächigen Spaltbarkeit, ihrer Homogenität, ihrer angemessenen Härte und Festigkeit, so wie vermöge ihrer Dauerhaftigkeit vorzüglich geeignet sind, als Deckmaterial für Dächer benutzt zu werden. Diese Dachschiefer bilden innerhalb der übrigen Schiefer besondere Züge oder Zonen, welche sich mehr oder weniger weit verfolgen lassen, und zuweilen mehrfach wiederholen; doch gehen auch bisweilen andere Schieferzonen stellenweise in Dachschiefer über. Die dunkel blaulichschwarzen Varietäten lassen sich zugleich als Tafelschiefer zu Schreibtafeln gebrauchen.

Griffelschiefer nennt man diejenigen Varietäten, welche mit ausgezeichneter griffelförmiger Absonderung die gehörige Feinheit, und den erforderlichen Grad der Festigkeit und Härte verbinden, um zu Schieferstiften verarbeitet werden zu können. Dagegen sind Zeichnenschiefer sehr weiche und feinerdige, kohlenreiche Varietäten von dickschiefriger Absonderung, welche in vierkantige Stifte geschnitten, als sog. schwarze Kreide benutzt werden.

Man kennt besonders gute Dachschiefer am Harze bei Goslar, Lautenthal und Blankenburg; im Herzogthum Nassau bei Rüdesheim, St. Goarshausen und Wissenbach; am Thüringer Walde bei Lehesten, Gräfenthal und Sonnenberg, in Frankreich bei Angers, in Belgien bei Fumay und Rimognes, an welchem letzteren Orte unterirdische Schieferbrüche betrieben werden. Doch dürften diese Belgischen Schiefer, eben so wie viele Sächsische, schon mehr der Urschieferformation angehören. Berühmte Tafelschieferbrüche finden sich am Thüringer Walde bei Lehesten, Probstzella und Gräfenthal; die dortigen Griffelschiefer aber werden nur in der Gegend von Sonnenberg und Steinach gewonnen. Sie bilden Schichten, welche sich vom übrigen Thonschiefer scharf absondern, und bei ihrer sehr steilen Lage fast wie Gänge ausnehmen; die griffelförmige Absonderung setzt gänzlich oder beinahe rechtwinkelig durch diese Schichten hindurch, ohne die sie einschliessenden Schichten zu betreffen.

5. Alaunschiefer, (*Ampélite*). Wenn sich der Kohlenstoffgehalt der dunkelgrauen und schwarzen Thonschiefer noch mehr anhäuft, so entstehen jene ganz schwarzen und sehr kohligen, bisweilen auch bituminösen Schiefer, welche man deshalb, weil sie wegen ihres sehr reichlichen

Eisenkiesgehaltes zur Bildung von Vitriol und Alaun*) geeignet sind, Alaunschiefer genannt hat. Man unterscheidet sie wohl als glänzende und gemeine Alaunschiefer, je nachdem der Kohlenstoff auf den Fugen und Klüften des Gesteins in stark glänzenden (bisweilen schön buntfarbig angelaufenen) Anthracit-Membranen ausgeschieden ist, oder nicht; welches erstere jedoch nur bei den sehr kieseligen und harten Varietäten vorzukommen pflegt. Die gemeinen Alaunschiefer sind aber mitunter so kohlig und bituminös, dass sie bis zu einem gewissen Grade brennbar werden; (Bornholm, Modum und Enerhougen bei Christiania); ihre Farbe ist dann braunlichschwarz.

Dass die Alaunschiefer oft in der unmittelbaren Nähe von Kalksteinlagern vorkommen, ist schon von Heim bemerkt worden; doch finden sie sich auch mitten zwischen gewöhnlichen Schiefern, zumal als Begleiter der schwarzen Kieselschiefer, auch zwischen Kalksteinschichten; jedenfalls aber bilden sie nur untergeordnete Lager und Schichtensysteme innerhalb der vorherrschenden Gesteine. Wo sie zwischen Kalksteinschichten auftreten, da pflegen sie häufig sphäroidische Nieren oder Lenticularmassen von bituminösem Kalkstein, auch wohl zuweilen Faserkalklagen oder Kalkspathtrümer zu umschliessen. Endlich gehören Pyrit- oder Leberkiesnieren zu den nicht seltenen, und Kugeln einer sehr compacten, alaunschieferähnlichen Masse zu den bisweiligen Accessorien. Uebrigens sind manche Alaunschiefer reich an organischen Ueberresten.

Die vorerwähnten, oft mehre Fuss im Durchmesser erreichenden Concretionen von bituminösem Kalk zeigen mancherlei Verschiedenheiten, bestehen aber gewöhnlich aus braunlichschwarzem Stinkkalk oder aus kohlschwarzem Anthrakonit. Oft sind sie in der Mitte dicht, und nach aussen körnigschuppig oder stänglig und spathig ausgebildet, wobei sie bisweilen in ihrer Median-Ebene von einer weissen oder grauen Kalksteinlage durchsetzt werden (Hönssäter in Westgothland, Garphytta in Nerike), wie sie sich denn auch nicht selten nach dieser grössten Durchschnittsfläche spalten lassen, oder bei der Verwitterung in zwei Hälften absondern. Im Innern sind sie bisweilen zerklüftet, und enthalten daselbst Krystalle von Eisenkies, Zinkblende, Baryt oder Bergkrystall (Bornholmer Diamanten). Sie beherbergen oft viele organische Ueberreste, und sind daher von besonderer Wichtigkeit. — Bei Andrarum in Schonen kommen auf ähnliche Weise zoll- bis über fussgrosse ellipsoidische Nieren von krummblättrigem oder strahligem, graulichschwarzem Baryt (sog. Hepatit) vor.

6) Brandschiefer. Im südlichen Theile der Timankette, an der Uchta, unter 63° ½ nördl. Breite, findet sich nach Keyserling innerhalb

*) Forchhammer hat gezeigt, dass die Skandinavischen und Bornholmer Alaunschiefer auch einen nicht unbedeutenden Gehalt an Kali besitzen.

der devonischen Formation ein wenigstens 800 Fuss mächtiges Schichtensystem, dessen Gestein von den Landeseinwohnern Domanik genannt wird, und allen seinen Eigenschaften nach als eine Varietät von Brandschiefer betrachtet werden muss.

Dasselbe ist dunkelbraun bis sammtschwarz, im Strich kaffeebraun und glänzend, dünnschichtig und schiefrig, mild, hat das spec. Gewicht 1,654, und brennt leicht mit einer rusenden Flamme, was in einem sehr grossen Gehalte an Bitumen begründet ist, in Folge dessen es beim Ausglühen einen Gewichtsverlust von 48 Procent erleidet. Dieser Domanikschiefer ist sehr reich an brodförmigen Nieren eines feinkörnigen, dunkelgrauen Kalksteins, welcher von Versteinerungen strotzt, während der Schiefer selbst sehr arm daran ist. (Wissensch. Beobb. auf einer Reise in das Petschoraland, S. 396 f.)

7. Noch sind der Schieferthon und der Thon selbst, sowie der Schieferletten (I, 700) als bisweilige Gesteine der Uebergangsformationen zu erwähnen; in der silurischen Formation Südschottlands und in den devonischen Etagen mancher andrer Gegenden treten Schieferthone auf, welche sich petrographisch von denen der Steinkohlenformation nicht unterscheiden lassen. In der silurischen Formation der Umgegend von Petersburg aber wird die untere Etage von einer sehr mächtigen Ablagerung blauen Thones gebildet, der in den meisten seiner Eigenschaften mit den neuesten Thonbildungen übereinstimmt. Rothe oder bunte, grün gefleckte oder gestreifte Schieferletten und eben dergleichen Mergel, ganz ähnlich denen des Rothliegenden, spielen aber in manchen Gegenden der Uebergangsformation eine eben so wichtige Rolle, als in der genannten Sandsteinbildung der permischen Formation.

Sie erscheinen z. B. in der Begleitung von Gyps und Steinsalz oder Salzquellen in der silurischen Formation des Staates New-York, in Oneida, Onondaga und vielen anderen Grafschaften, auf ähnliche Weise in der devonischen Formation Russlands, und gewinnen, zugleich mit rothen Sandsteinen, eine ausserordentliche Bedeutung in dem *old red sandstone* von Herefordshire und am Fusse der Malvern-Hills.

§. 314. *Sandsteine*, *Quarzite und Kieselschiefer*.

Nächst den Grauwacken, Grauwackenschiefern und Thonschiefern sind, ihrem Vorwalten nach, die quarzigen und kieseligen Gesteine als die wichtigsten Materialien der Uebergangsformationen zu betrachten. Sie erscheinen theils als klastische Gesteine, wie die Conglomerate und viele Sandsteine, theils als krystallinische Gesteine, wie die Quarzite und manche Sandsteine, theils auch als zweifelhafte und möglicherweise porodine (I, 427) Gesteine, wie die Kieselschiefer und Lydite.

1) Sandsteine. Sie schliessen sich unmittelbar an die körnige Grauwacke an, von welcher sie sich insbesondere dadurch unterscheiden, dass ihre Körner ausschliesslich oder doch sehr vorwaltend aus Quarz bestehen, und dass ihr Cäment nicht thonschieferartig ist.

Schon Lasius unterschied am Harze die Sandsteine von der Grauwacke, obwohl er einen Uebergang zwischen beiden anerkannte; Hausmann beschrieb sie anfangs als feinkörnige Grauwacke, führte sie aber später unter dem Namen Uebergangssandstein ein; (Norddeutsche Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde, 4. Stück, 1810, 73).

Die Sandsteine der Uebergangsformation sind gewöhnlich kleinkörnig bis sehr feinkörnig, indem sie hauptsächlich von sehr kleinen scharfkantigen Quarzkörnern gebildet werden, zwischen denen sich jedoch bisweilen mehr oder weniger Feldspathkörner oder Kaolinkörner, auch wohl sparsame, weisse oder gelbliche Glimmerschuppen einfinden. Werden die Feldspathkörner zahlreicher, so erhält das Gestein ein porphyrähnliches Ansehen oder auch eine arkosähnliche Beschaffenheit; (Bornholm, Neusohl in Ungarn, *pierre des Sarrasins* in den Ardennen). — Das Bindemittel dieser Sandsteine ist entweder Kiesel, oder Thon und Kaolin, oder Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, oder kalkig, und hiernach bestimmen sich besonders ihre Farbe und Consistenz. Manche Sandsteine lassen fast gar kein Bindemittel erkennen, indem die Quarzkörner unmittelbar an einander gefügt und gewachsen sind, in welchem Falle das Gestein oft poros und von sehr krystallinischem Ansehen erscheint, wohl auch häufig als ein krystallinischer Quarzpsammit (I, 548) zu betrachten sein dürfte.

Die Farben sind weiss und grau in allen Nüancen, zumal gelblich-, röthlich- und grünlichweiss und grau, auch gelb, roth, braun und grün; zuweilen kommt eine gestreifte, gebänderte, gewolkte oder gefleckte Farbenzeichnung vor; besonders sind die rothen, thonigen Sandsteine oft grünlich gefleckt oder gestreift. In seltenen Fällen werden sie so reich an Eisenoxyd, dass sie mit Recht als Eisensandsteine bezeichnet werden können, wie z. B. nach Casiano de Prado ein devonischer Sandstein in der Provinz Leon in Spanien, der 20 bis 40 Procent Eisenoxyd enthält, und dabei mächtige und weit fortsetzende Schichtenzüge bildet.

Von accessorischen Bestandtheilen sind, ausser den bereits genannten häufig vorkommenden Feldspathkörnern und Glimmerschuppen, als ein paar seltnere Vorkommnisse Glaukonit (Bornholm, Petersburg) und kleine Kalksteinkugeln zu erwähnen, welche dem Gesteine ein rogensteinähnliches Ansehen verleihen; (Narwa in Esthland). Durch überhandnehmenden Glimmer erhalten diese Sandsteine eine schiefrige Structur, oder auch eine plattenförmige Absonderung, wenn die Glimmerschuppen auf den Schichtungsfugen versammelt sind; tritt auch gleichzeitig das thonige Bindemittel reichlicher ein, so kommen endlich weiche Sandsteinschiefer zum Vorschein, welche,

nach Maassgabe ihrer Farbe, Uebergänge in Schieferthon oder Schieferletten vermitteln.

Die Sandsteine mit kieseligem Bindemittel werden sehr häufig nach allen Richtungen von weissen, krystallinischen, z. Th. drusigen **Quarzadern** durchschwärmt; Kalkspathadern kommen wohl nur in denjenigen Sandsteinen vor, deren Bindemittel mehr oder weniger kalkig ist, während die thonigen Sandsteine auf ihren Klüften nicht selten mit eisenschüssigem Thone erfüllt sind.

Die Sandsteine der Uebergangsformationen sind theils sehr deutlich geschichtet, sogar plattenförmig abgesondert, theils mächtig und undeutlich geschichtet; ja bei manchen kieseligen und eisenschüssigen Sandsteinen verschwindet die Schichtung fast eben so, wie diess bei der körnigen Grauwacke vorkommt; sie zeigen dann eine unregelmässig polyëdrische Zerklüftung, während die plattenförmigen Sandsteine oftmals der tesseralen Absonderung unterworfen sind. Die Schichtungsflächen der Sandsteine zeigen nicht selten Wülste und Wellenfurchen, auch sind die Schichtenwechsel häufig durch thonige Zwischenlagen bezeichnet.

Manche Sandsteine sind sehr reich an organischen Ueberresten, wie z. B. die devonischen Sandsteine des Harzes, der Spiriferen-Sandstein im Herzogthum Nassau, und der untere Caradoc-Sandstein am Onny, welchen Murchison wegen seines grossen Reichthums an Conchylien anfangs als Muschelsandstein (*shelly-sandstone*) aufführte. Dagegen sind andere, z. Th. sehr mächtige und weit ausgedehnte silurische und devonische Sandstein-Ablagerungen sehr arm oder auch fast ganz leer an Fossilien; wie z. B. der Fjällsandstein Scandinaviens, der *old red sandstone* in England und der Sandstein im Uebergangsgebirge des südlichen Norwegen.

Anmerkung. Ausser dem eigentlichen Sandsteine ist auch incohärenter, loser Sand als ein schon im Gebiete der Uebergangsformation vorkommendes Material zu erwähnen. In der silurischen Formation der Umgegend von Petersburg finden sich über dem blaulichgrauen Thone weit verbreitete Schichten von glänzend weissem feinem Quarzsand, welcher weiter aufwärts von hochgelbem Sande bedeckt wird, bis endlich wirkliche Sandsteine folgen. Es bleibt jedenfalls eine merkwürdige Erscheinung, dass diese uralten Thon- und Sandschichten bis auf den heutigen Tag ihre ursprüngliche Consistenz und Beschaffenheit beibehalten haben.

2) Quarzit. Sowohl die mit kieseligem Bindemittel, als auch die ohne alles Cäment gebildeten Sandsteine der Uebergangsformationen gehen bei mehr krystallinischer Ausbildung in Quarzite über, welche sich nur wenig von den Quarziten der Urschieferformation unterscheiden. Diese Quarzite haben meist weisse oder lichtgraue, bisweilen auch röthliche, gelbliche, grünliche und blauliche, selten fast schwarze*) Farben, sind körnig bis dicht und splittrig, erscheinen mitunter als förmlicher

*) Die schwarzen Quarzite der Ardennen sind nach Omalius d'Halloy zuweilen für trappartige Gesteine gehalten worden. *Elem. de Géol.* 1831, *p.* 32.

Hornstein (Beleke unweit Lippstadt), halten bisweilen Glimmerschuppen oder Thonschieferlamellen, oder Feldspathkörner, und dürften auch in seltenen Fällen goldhaltig*) sein. Adern, Trümer und Nester von krystallisirtem Quarze bilden eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

Sie sind theils mehr oder weniger deutlich geschichtet, theils ungeschichtet; im ersten Falle pflegen die Schichtenwechsel nicht selten durch glimmerreiche Lagen oder durch Thonschiefer-Membranen bezeichnet zu sein, wodurch sich plattenförmige und selbst schiefrige Quarzite ausbilden; auch findet dann oft tesserale oder parallelepipedische Absonderung Statt, während die ungeschichteten Quarzite nur regellos zerklüftet sind, die Absonderungsklüfte aber in beiden Fällen oft von Eisenoxyd roth oder braun gefärbt, oder durch Quarz drusig erscheinen.

Die Quarzite der Uebergangsformation bilden theils kleinere Stöcke und Lager, theils mächtige und weit fortsetzende Züge, welche, vermöge der Unzerstörbarkeit ihres Materials, als eminente Kuppen, Kämme und Felsrücken über ihre Umgebungen heraufzuragen pflegen.

So bildet in der Eifel, nordwestlich von Prüm, die Schneifel einen mehre hundert Fuss aufragenden und meilenweit fortsetzenden Felsenkamm; nach Steininger lassen sich im Hunsrück drei grosse Quarzitzüge verfolgen, welche von 2000 bis 2300 F. absolute Höhe erreichen; und am Harze zeichnen sich die Quarzite des Bruchberges, des Ackersberges und der hohen Tracht aus. In England sind die schroffen Felsen der Lickey-Hills, zwischen Birmingham und Bromsgrove, bekannt, welche alle möglichen Uebergänge aus muschligem durch körnigen oft sehr feldspathreichen Quarzit bis in Sandstein zeigen, und im letzteren Falle zuweilen deutliche silurische Fossilien umschliessen. Noch auffallender sind die Stiper-Stones, welche Murchison eine der merkwürdigsten topographischen Erscheinungen Englands nennt: scharfe, zackige Felsen, die sich wie cyklopische Ruinen 50 bis 60 Fuss hoch aus dem flachen Moorlande erheben, und längs einer, vier Engl. Meilen weit fortlaufenden Linie verfolgen lassen.

Die Quarzite halten äusserst selten organische Ueberreste, und dann immer nur in der Form von Abdrücken und Steinkernen; so z. B. nach Steininger der Quarzit von Abentheuer und Rinzenberg bei Birkenfeld, welcher reich an Abdrücken von Orthis und Spirifer ist.

3) Quarzconglomerate und Breccien. Schon die Quarzite der Uebergangsformation erscheinen stellenweise conglomeratähnlich oder breccienähnlich; doch dürften manche solcher Vorkommnisse nicht sowohl als wirklich klastische, denn als eigenthümliche concretionäre und krystallinische Bildungen zu betrachten sein. Dagegen treten aber auch

*) Diess vermuthete z. B. Heim von dem Quarzite bei Steinheide am Thüringer Walde.

unzweifelhafte Quarzconglomerate auf, welche in einigen Gebieten der Uebergangsformationen, wie z. B. in der devonischen Formation von Herefordshire und Brecknockshire, eine sehr grosse Mächtigkeit und Ausdehnung gewinnen; die Quarzgerölle sind meist durch ein rothes Bindemittel gebunden und gar nicht selten mit Fragmenten anderer Gesteine vermengt. Eben so geht die devonische Sandsteinbildung des südlichen Norwegen nach oben in dergleichen Conglomerate mit wallnussgrossen Geröllen über, und nach Zippe treten in der silurischen Formation Böhmens grobkörnige, aus Quarzgeröllen mit quarzigem Bindemittel zusammengesetzte, oft rotheisenschüssige Conglomerate sehr häufig auf.

Wirkliche Quarzbreccien finden sich nach Baur bei Chateau-Salm in den Ardennen, bei Sourbrodt anf dem hohen Venn und oberhalb Malmedy. Für Pseudoconglomerate dagegen sind wohl die, nach Hitchcock bei Middletown in Rhode-Island, und die in Sachsen, zwischen Oschatz und Strehla vorkommenden Gesteine zu rechnen, von welchen im ersten Bande S. 470 und 472 die Rede gewesen ist. Aehnliches erwähnt Omalius d'Halloy aus den Ardennen, wo gewisse Quarzconglomerate eine grossflaserige Structur haben sollen, indem die Quarzknoten in die Länge gezogen und abgeplattet sind. Gumprecht aber beschreibt von Woltusch im Gebiete der Böhmischen Uebergangsformation einen weissen Quarzit, der eine grosse Menge wallnussgrosser, runder und scharf begränzter schwarzer Partieen umschliesst, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit Lyditgeröllen zeigen, aber zum Theil in den weissen Quarz übergehen, weshalb sie wohl für blose Concretionen zu halten sind.

4) Kieselschiefer. Dieses Gestein, wegen dessen petrographischer Verhältnisse wir auf Band I, S. 549 verweisen, ist recht eigentlich in den Uebergangsformationen zu Hause, und dürfte wohl kaum in irgend anderen Formationen so häufig angetroffen werden, als gerade in der silurischen und devonischen Formation. Es geht einerseits in kieseligen Thonschiefer und Hornfels, anderseits in Quarzit über, und würde sich in manchen seiner Varietäten allerdings sehr passend als Hornsteinschiefer bezeichnen lassen, wie diess schon von Heim vorgeschlagen worden ist; (Thür. Wald, II, 4. Abth. S. 167). Merkwürdig ist seine Association mit Alaunschiefer und schwarzem Thonschiefer einerseits, und mit Grünsteinen anderseits, indem er sehr gewöhnlich in der unmittelbaren Nähe dieser Gesteine vorkommt; wie diess in Betreff des schwarzen Thonschiefers schon von Heim, in Betreff des Grünsteins schon von Hausmann und später von Macculloch hervorgehoben wurde; (Norddeutsche Beiträge u. s. w. 4. Stück, 1810, S. 87).

Dass der Kieselschiefer oftmals höchst auffallende und verworrene Windungen seiner Schichten zeigt (vergl. Bd. I, S. 919), während die ihn einschliessenden Gesteine frei davon sind, darauf hat gleichfalls Hausmann schon im Jahre 1810 hingewiesen; und in der That ist diess eine sehr beachtens-

werthe Erscheinung, obgleich auch nicht selten recht regelmässig geschichtete Ablagerungen vorkommen. Römer schloss daraus, dass der Kieselschiefer zur Zeit der Hebung und Aufrichtung seiner Schichten noch eine ganz andere Consistenz gehabt haben müsse, als gegenwärtig; (Das Rheinische Uebergangsgebirge, S. 30). Hausmann aber hat aus der, an amorphe, opalartige Kieselerde erinnernden Beschaffenheit gewisser Kieselschiefer die sehr wahrscheinliche Folgerung gezogen, dass die Bildung dieser Gesteine, etwa so wie jene des Kieselsinters, durch kieselhaltige Quellen veranlasst worden sein möge, aus denen sie vielleicht ursprünglich als Kieselgallert abgesetzt wurden. (Ueber die Bildung des Harzgeb. S. 79 f.)

Diese Ansicht hat in der That Vieles für sich, wenn man bedenkt, dass nach Freiesleben der Kieselschiefer zwischen Lichtenberg und Steben in Oberfranken förmliche Gänge bildet, auf denen zugleich viel Alaunschiefer vorkommt, wobei es „äusserst sonderbar ist, dass man diese merkwürdige Gangausfüllung blos da gefunden hat, wo in dem Gebirge zugleich Lager von Kieselschiefer und lydischem Stein aufsetzen", und dass es dennoch „wahre Gangmasse" und nicht blos Abfall des Nebengesteins ist; (v. Molls Jahrb. der Berg- und Hüttenk. IV, 1800, S. 49). Eben so spricht für Hausmanns Ansicht der Umstand, dass die Kieselschiefer-Ablagerungen nicht selten eine, von dem allgemeinen Streichen der umgebenden Gebirgsschichten gänzlich abweichende Ausdehnung und Lagerung zeigen, wie diess unter anderen höchst auffallend für die Kieselschieferzüge der Gegend zwischen Schleitz, Pausa und Tanna im Voigtlande der Fall ist; (Geogn. Charte des Königreichs Sachsen, Sect. XIX).

Man hat es auch oft ausgesprochen, dass die Kieselschiefer metamorphische, und zwar durch die Einwirkung eruptiver Gesteine halb umgeschmolzene Thonschiefer seien. Diess mag allenfalls für viele Felsitschiefer oder Pseudokieselschiefer (I, 551) seine Richtigkeit haben, aber gewiss nicht für die ächten Kieselschiefer. Soll auch für sie eine solche Umwandlung angenommen werden, so würde diess nur in dem Sinne zulässig sein, wie es Zinken bei der Beschreibung der Contactgesteine des Ramberger Granites aussprach: „dass die Entstehung der Kieselschiefer weniger einer trockenen Schmelzung, als vielmehr einer in sehr hoher Temperatur vorgegangenen Duchdringung mit einer wässerigen Kieselauflösung zuzuschreiben sei, welche zugleich mit dem massigen Gesteine eindrang"; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, 1845, S. 586).

Organische Ueberreste sind im Allgemeinen sehr seltene Erscheinungen in den Kieselschiefern; nur die schwarzen, kohligen Varietäten machen eine Ausnahme, indem sie bisweilen reich an Graptolithen sind, welche in ihnen gewöhnlich weiss und oft so dünn, wie ein Hauch erscheinen. Andere Fossilien dürften zu den grössten Seltenheiten gehören; so sind ein Trilobit und ein Schraubenstein bekannt; den ersteren erwähnt Green aus New-York, den letzteren Schmidt von Förde in Westphalen; (Neues Jahrb. für Min. 1836, 462 und 584). Nach v. Dechen sind auch bei Arnsberg Posidonien und eine Calymene vorgekommen.

Anmerkung. Hier und da sind auch Kieselschiefer-Breccien und Conglomerate im Gebiete der Uebergangsformationen bekannt; sie bestehen gewöhnlich aus nussgrossen scharfkantigen oder abgerundeten Kieselschieferfragmenten, welche durch ein quarziges Bindemittel zu einem ziemlich festen Gestein verbunden sind. Sehr ausgezeichnete Gesteine dieser Art finden sich im Voigtlande, zwischen Plauen und Rosenthal, so wie an anderen Orten.

§. 315. *Kalksteine, Mergel, Dolomit, Gyps und Steinsalz.*

1) Kalkstein. Da die Kalksteine der Uebergangsformationen die gewöhnlichen Niederlagen der organischen Ueberreste sind, so hat man auf sie ganz besonders zu achten, obgleich es auch manche bedeutende Kalkstein-Ablagerungen giebt, welche sehr wenige oder selbst gar keine Fossilien erkennen lassen.

Es sind theils gemeine Kalksteine (I, 673), theils Schieferkalksteine (I, 675), bisweilen auch Kalkthonschiefer und körnige Kalksteine, denen man im Gebiete dieser ältesten Sedimentformationen begegnet. Indem wir wegen der allgemeinen Eigenschaften dieser Gesteine auf die angeführten Stellen der Petrographie verweisen, glauben wir nur noch folgende, die Uebergangskalksteine besonders betreffenden Bemerkungen einschalten zu müssen.

Viele dieser Kalksteine sind sehr bituminös, was sich theils durch die vorherrschend dunkelgrauen bis schwarzen Farben, theils durch den Geruch beim Anschlagen, theils auch durch Ausscheidung von Asphalt zu erkennen giebt; einige sind so reich an Eisenoxyd, dass man sie Eisenkalkstein nennen könnte; auch kommen schon hier und da oolithische und selbst glaukonitische Varietäten vor. Als eigentliche zoogene Gesteine sind besonders gewisse Korallenkalksteine und Krinoidenkalksteine zu erwähnen, obwohl auch in vielen anderen Varietäten so zahlreiche organische Ueberreste enthalten sind, dass solche einen sehr wesentlichen Antheil an ihrer Bildung gehabt haben müssen. Kalkspathadern und Hornsteinnieren gehören zu den besonders häufigen accessorischen Bestandmassen. Uebrigens sind gerade die Uebergangskalksteine nicht selten im Contacte mit Granit, Syenit u. a. eruptiven Gesteinen zu weissem, krystallinischen Marmor umgewandelt worden (I, 785), welche Umwandlung sich bisweilen auf grosse Entfernungen von der Contactfläche verfolgen lässt*). Aber auch ausserdem sind es

*) Dass aber, wenn auch nicht gerade blendend weisser Marmor, so doch ausgezeichnet körniger Kalkstein unter ganz anderen Umständen zur Ausbildung

besonders diese Kalksteine, welche die meisten als Marmor (I, 673) beliebten Gesteine liefern, indem theils die buntfarbigen Schieferkalksteine, theils andere, mit bunter Farbenzeichnung versehene, oder von vielen Kalkspathadern durchflochtene, oder sonst ausgezeichnete Varietäten zu architektonischen Ornamenten und anderen Kunstwerken verwendet werden.

Der Schieferkalkstein und der Kalkthonschiefer treten stets in Stöcken, Lagern oder weit fortlaufenden Schichten auf; die gemeinen und körnigen Uebergangskalksteine aber zeigen verschiedene Arten des Vorkommens, indem sie bald nur in kleineren Nieren, bald in grösseren Stöcken und Lagern, bald in sehr ausgedehnten und mächtigen Ablagerungen ausgebildet sind, welche letztere entweder wesentlich nur aus Kalkstein bestehen, oder eine vielfältige Wechsellagerung von Kalksteinschichten mit schiefrigen Gesteinslagen darstellen.

Die Uebergangskalksteine sind theils sehr deutlich geschichtet, wie namentlich der Schieferkalkstein und Kalkthonschiefer so wie viele andere Varietäten, theils zeigen sie eine sehr undeutliche, weil übermässig mächtige, Schichtung; ja, bisweilen stehen sie in bedeutenden Felswänden als massige, völlig ungeschichtete und nur regellos zerklüftete Gesteine an. Die grösseren Stöcke und Lager, so wie die ausgedehnteren Ablagerungen nehmen natürlich an allen Undulationen und Dislocationen des Schichtenbaues Theil, wie solche gerade die Uebergangsformationen besonders häufig und auffallend betroffen haben. Bei einigermaassen steiler Stellung ragen die Stöcke, Lager und Zonen oft in Kuppen und Felsenkämmen über ihre Umgebungen auf; in den Thälern veranlassen sie Thalengen und felsige Vorsprünge, wie denn auch innerhalb der grösseren Kalkstein-Ablagerungen die Berg- und Thalbildung sehr schroffe und auffallende Formen zu zeigen pflegt. Auch ist die Höhlenbildung eine im Gebiete dieser Kalksteine sehr gewöhnliche Erscheinung, daher viele und zum Theil grosse Höhlen bekannt sind.

Die kohlige und bituminöse Beschaffenheit der Uebergangskalksteine, welche in den so häufig vorkommenden blaulichgrauen, rauchgrauen und schwärzlichgrauen bis graulichschwarzen Varietäten schon durch ihre Farbe

gelangen konnte, diess beweisen die sog. *ballstones* im silurischen Kalksteine von Wenlock, und manche andere Vorkommnisse von krystallinisch-körnigem Kalkstein. Heim erwähnt eine Stelle zwischen Hasenthal und Spechtsbrunn am Thüringer Walde, wo der Kalkstein allmälig in weissen körnigen Marmor übergeht, und bemerkt dabei: die Ursache dieser Erscheinung lag gleich daneben, denn der Kalkstein war auf dieser Seite mit Quarz zusammengewachsen; (a. a. O. II, 4, 221).

angezeigt ist, scheint den weissen, rothen und gelben Kalksteinen zu fehlen; dagegen geht sie bei den vorgenannten Varietäten oft so weit, dass manche derselben bei der Auflösung in Säuren einen braunen Schaum von Bitumen und einen Rückstand von Kohlenpulver erkennen lassen. Bei Adamsthal unweit Blansko, sagt Reichenbach, hüllt jeder Hammerschlag den Geognosten in eine Wolke von Gestank, ja es bilden sich dort kleine Lagen und Trümer von Steinkohle aus, die einige Millimeter Dicke erreichen. Nach Freiesleben enthält der Kalkstein des Iberges am Harze auf seinen Quarztrümern, und nach Hausmann der Stinkkalkstein von Garphytta auf seinen Kalkspathtrümern zuweilen Asphalt; die Nester von Brauneisenerz, welche in den Kalksteinen des Harzes vorkommen, umschliessen bisweilen faustgrosse Asphaltmassen, und der schwarze bituminöse Kalksteinschiefer von Miedzianagora in Polen zeigt nicht nur schwarze, glänzende Ablosungsflächen wie Alaunschiefer, sondern auch weisse Kalkspathadern mit Asphalt.

Durch einen stärkeren Gehalt an Eisenoxyd erhalten viele Kalksteine eine dunkelrothe Farbe oder auch, wenn das Oxyd ungleichmässig vertheilt ist, eine geflammte, gefleckte und gewolkte Farbenzeichnung, in welcher die rothe Farbe sehr vorwaltet; in solchen Kalksteinen ist aber auch das Eisenoxyd oft in förmlichen Nestern, Stöcken oder Lagen concentrirt; so z. B. im Kalkstein von Hüttenrode am Harze, oder in jenem von Brilon in Westphalen und von Oberscheld in Nassau. Auch der devonische Kalkstein der Provinz Leon in Spanien ist so reich an Eisenoxyd, dass er stellenweise ein förmliches Eisenerz darstellt.

Oolithische Kalksteine kennt man bereits mehrorts im Gebiete der Uebergangsformationen. So finden sich nach Murchison auf der Insel Gottland bei Grötlingbo weisse, oolithische und selbst pisolithische Kalksteine, welche denen der jurassischen Formation so ähnlich sind, dass sie von Hisinger anfangs dafür gehalten wurden; (*Quarterly Journal of the geol. soc. III*, 22). Phillips erwähnt aus dem Districte der Malvernhills einen silurischen Kalkstein von so schöner pisolithischer Ausbildung, dass die grossen Pisolithkörner früher für organische Körper gehalten worden sind; (*Mem. of the geol. survey*, *II*, 1, 86). Auch in der Uebergangsformation von Christiania kommen nach Keilhau, und in der tiefsten Kalkstein-Etage der Nordamerikanischen Silurformation nach Verneuil zuweilen oolithische Kalksteine vor; (*Gäa Norv.* 7, und *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *IV*, 650). Auch bemerkte schon Strangways, dass der silurische Kalkstein bei Petersburg bisweilen, gerade so wie die jurassischen Kalksteine Englands, von braunen eisenschüssigen Oolithkörnern erfüllt ist. Derselbe Kalkstein führt aber noch häufiger Glaukonitkörner, was vielleicht auch bei einigen der von Keilhau angegebenen Varietäten der Fall sein dürfte, von denen er sagt, dass sie schwärzliche Körner enthalten.

Kalksteine, welche fast nur aus Korallen bestehen, sind eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung; so finden sich z. B. sehr schöne buntfarbige Korallenkalksteine in Sachsen bei Plauen, in Oberfranken bei Hartmannsreuth; andere Varietäten bei Villmar in Nassau, bei Brilon, Elberfeld und Bensberg, auf den Inseln bei Holmestrand. Fast eben so häufig kommen Kalksteine vor, welche fast nur als Anhäufungen von Krinoidenresten erscheinen; sie

pflegen grau bis schwarz zu sein, und sind leicht daran zu erkennen, dass sie ein sehr krystallinisches Ansehen besitzen, weil die Krinoidenglieder durch Kalkspath petrificirt wurden (I, 868).

Die meisten Kalksteine der Uebergangsformation werden von mehr oder weniger zahlreichen weissen Kalkspathadern durchschwärmt, was zumal in den dunkelfarbigen Varietäten sehr auffallend hervortritt, und bisweilen in dem Grade der Fall ist, dass das Gestein von einem förmlichen Netze solcher Kalkspathtrümer durchstrickt und fast wie eine Breccie erscheint, deren Fragmente durch Kalkspath verbunden sind. Die schwarzen Krinoidenkalksteine und manche andere, mächtig und undeutlich geschichtete Kalksteine pflegen diese Erscheinung besonders auffallend zu zeigen. Die Kalkspathadern durchschneiden häufig die organischen Körper, und lassen eben so wie die oben erwähnten Quarzadern der Grauwacke, im Kleinen alle die Verhältnisse des Zusammentreffens wahrnehmen, welche bei den Erzgängen im Grossen vorkommen; (vergl. v. Weissenbach, in Cotta's Gangstudien, I, 61 f.). — In manchen dichten Kalksteinen aber treten Nieren und Nester, Lagen und Adern von grauem, braunem oder schwarzem Hornstein auf. Selten sind Geoden von Gyps, wie z. B. im Kalksteine am Niagara.

Die Schieferkalksteine pflegen im Allgemeinen nicht sehr reich an organischen Ueberresten zu sein; doch kommen Varietäten vor, welche recht viele Fossilien umschliessen; namentlich hat Dufrénoy gezeigt, dass in den Pyrenäen diejenigen Varietäten, welche er *calcaire amygdalin* nennt, weil die zwischen dem Thonschiefer eingeflochtenen Kalksteinlinsen fast so isolirt wie Mandeln erscheinen, zuweilen in jeder solchen Linse einen organischen Körper enthalten, welcher erst nach dem Zerschlagen oder Anschleifen derselben sichtbar wird; (*Mémoires pour servir à une descr. géol. de la France*, *II*, 191).

Der Kalkthonschiefer der Uebergangsformation, welcher aus abwechselnden dünnen Lagen von Kalkstein und Thonschiefer besteht, und zuweilen dem gleichnamigen Gesteine der Urschieferformation (S. 144) sehr ähnlich wird, lässt mitunter da, wo die abwechselnden Schiefer- und Kalksteinlagen schärfer gesondert sind, eine merkwürdige Erscheinung wahrnehmen, welche zuerst Brochant und nach ihm v. Weissenbach an dem Kalkthonschiefer von Moutiers, später Charpentier auch an jenem vom Pic-de-Lard und Port de Benasque in den Pyrenäen beschrieben hat. Die Schieferlagen enthalten nämlich viele kleine Faserkalktrümer, welche sie rechtwinkelig durchschneiden, aber niemals in die Kalksteinlagen fortsetzen; zum Beweise, dass die Schiefermasse eine Contraction und Zerklüftung erlitten hatte, welche den Kalkstein nicht betraf. Der Faserkalk ist in diese Klüfte aus der Schiefermasse hineingewachsen, wie denn dergleichen Schiefer selbst immer mehr oder weniger kalkhaltig zu sein pflegen.

Was das Vorkommen der Kalksteine betrifft, so sind, wie vorher bemerkt wurde, besonders folgende Formen zu unterscheiden:

a) in Nieren und kleineren Lenticularmassen; auf diese Weise erscheint der Kalkstein nicht selten in den Thonschiefern, Grauwackenschiefern und Alaunschiefern (S. 291 und 293). Wenn die Nieren oder Linsen kleiner sind, und sehr nahe bei und vielfach über einander liegen, so entwickeln sich aus diesem Vorkommen Uebergänge in Schieferkalkstein; wenn

sie grösser sind, und seitwärts an einander gränzen, so vereinigen sie sich endlich zu Kalksteinschichten.

b) in Stöcken und Lagern; diess ist eine ganz gewöhnliche Lagerungsform der Uebergangskalksteine; ja, man kann behaupten, dass sie am häufigsten angetroffen wird. In den meisten Fällen erlangen diese Stöcke und Lager keine sehr bedeutenden Dimensionen; sie geben sich oft nur als locale und beschränkte Vorkommnisse zu erkennen, welche merkwürdiger Weise nicht selten mit Grünsteintuffen oder Grünsteinen vergesellschaftet sind, die im Hangenden oder Liegenden derselben auftreten. Lager von mehren hundert Fuss Mächtigkeit und vielen tausend Fuss Längenausdehnung gehören nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen; doch erlangen auch einzelne Kalksteinstöcke recht colossale Dimensionen, wie z. B. der mächtige und seltsam gestaltete Kalkstock von Elbingerode am Harze und mehre Stöcke und Lager in Steyermark. — Die kleineren Stöcke und Lager lassen nicht selten eine reihenförmige Anordnung oder eine Vertheilung in bestimmte Züge erkennen, indem mehre derselben in demselben geognostischen Horizonte hinter einander auftreten. An ihren Gränzen sind sie oft durch Wechsellagerung mit den umgebenden schiefrigen Gesteinen verbunden.

c) in weit ausgedehnten Schichtensystemen, welche, nach Maassgabe ihrer Lagerung, entweder als Zonen, oder als aufgelagerte und eingelagerte Decken, oder als ein zahlreicher Inbegriff von Mulden erscheinen. Dabei zeigen sich diese Schichtensysteme theils ausschliesslich von Kalkstein gebildet, theils stellen sie eine vielfältige Wechsellagerung von Kalksteinschichten mit Lagen oder Schichten von Thonschiefer, Grauwackenschiefer oder Mergelschiefer dar. — Dergleichen Ablagerungen sind es, welche z. B. als mächtige Zonen, in Shropshire bei Wenlock einen fast ununterbrochen fortlaufenden Kamm von 20 Engl. Meilen Länge bilden, und in Westphalen von Düsseldorf über Elberfeld, Iserlohn und Balve bis nach Allendorf über 12 geogr. Meilen weit verfolgt werden können; solche Ablagerungen sind es, welche als fast horizontale Kalksteindecken auf der Insel Gottland und in Westgothland auftreten, in Russland und in Nordamerika aber ungeheuere Landstriche bilden helfen; sie sind es endlich, welche durch undulatorische Dislocationen in viele einzelne Parcellen getrennt, die zahlreichen Kalksteinmulden der Eifel geliefert haben.

Uebrigens besteht zwischen diesen verschiedenen Ablagerungsformen der Kalksteine ein gewisser Zusammenhang, indem die Nieren und einzelnen Schichten oft nur gleichsam die Vorspiele oder Nachspiele grösserer Kalkstein-Ablagerungen bilden, welche in ihrem Liegenden oder Hangenden durch übergreifende Nierenbildung oder durch Wechsellagerung (I, 933 und 934) mit denen sie unterteufenden oder bedeckenden Schichten von schiefrigen und anderen Gesteinen verbunden sind.

2) Kalksteinbreccien. Zuweilen sind die Kalksteine der Uebergangsformationen als Breccien ausgebildet; so z. B. bei Köstenberg in Oberfranken, im südlichen Devonshire, und in den Pyrenäen, wo diese Breccien meist dem Kalksteine untergeordnet sind, und aus runden oder eckigen Kalksteinfragmenten bestehen, zu denen sich auch mitunter Frag-

mente anderer Gesteine gesellen, während das Cäment in der Regel von dichtem Kalksteine gebildet wird.

Wenn die Kalksteinfragmente oder auch das Cäment schöne Farben haben, so entstehen Gesteine, welche als Trümmer-Marmor (*marno brecciato*) geschätzt werden; wie z. B. manche bunte Kalksteinbreccien von Checin, Kielce und Miedzianagora in Polen.

3) Mergel und Mergelschiefer. Diese Gesteine erscheinen zwar minder häufig als selbständige Ablagerungen, kommen dagegen öfters als Zwischenlagen der Kalksteinschichten vor.

Diess ist z. B. der Fall in der silurischen Formation der Gegend von Christiania, wo die Kalksteinschichten gewöhnlich theils mit Thonschiefer, theils mit Mergelschiefer wechsellagern; das Letztere findet in den meisten Kalksteinablagerungen der Eifel Statt; auch bei Refrath kommen unter dem Kalksteine Mergelschichten vor. In der breiten, aus Curland durch das Gouvernement Petersburg bis nach Archangel fortlaufenden Zone devonischer Gesteine spielen gleichfalls Mergel und Mergelthone eine wichtige Rolle.

4) Dolomit. Schon in den ältesten Sedimentformationen kommen sehr ausgezeichnete Varietäten dieses Gesteins vor, theils in selbständigen Lagern und Stöcken, theils einzelne Etagen mächtiger Kalkstein-Ablagerungen bildend.

So findet sich z. B. bei Chrieschwitz unweit Plauen ein Lager von körnigem Dolomit im Thonschiefer; in der Eifel aber wird die oberste Etage jeder Kalksteinmulde von sehr charakteristischem Dolomit gebildet; Leopold v. Buch hat zuerst auf diese schönen Dolomite der Eifel die Aufmerksamkeit gelenkt (in Nöggerath's Rheinland-Westphalen, III, 1824, 280). In den oberen Lahngegenden, bei Wetzlar und Giessen, tritt der Dolomit unter äusserst merkwürdigen Verhältnissen auf, über welche im ersten Bande S. 802 das Wichtigste mitgetheilt worden ist; auch im Herzogthum Nassau gewinnt er eine sehr bedeutende Verbreitung bei Gaudernbach, Steeten, Diez, Oranienstein u. a. O. meist als ein sehr krystallinisches, gelblich- oder röthlichweiss gefärbtes Gestein, welches oft zu Sand zerfällt, nicht selten von Mangan- und Eisenoxyden durchdrungen ist, und häufig in grottesken, vielfach zerklüfteten und zerrissenen Felsen aufragt; (Sandberger, Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, 29). In Jowa, Wisconsin und Illinois sind nach Dale-Owen die unteren Etagen des silurischen sog. *cliff-limestone* grossentheils als Dolomit ausgebildet, welcher reich an Lagen und Nestern von Hornstein, an Petrefacten, und besonders wichtig wegen seines Reichthums an Bleierzen ist; er bildet oft höchst pittoreske Felsen, die wie Mauern und Thürme aufragen. Auch dichte Dolomite fehlen nicht im Bereiche der Uebergangsformation; nach Murchison sind z. B. die hellgelben dünnschichtigen Kalksteine der centralen devonischen Zone Russlands oft so dolomitisch, dass sie ganz dem Englischen *magnesian limestone* gleichen.

5) Gyps. Dieses Gestein ist eine seltene Erscheinung im Gebiete der Uebergangsformationen, und bis jetzt, dafern man nicht einen Theil

der Alpinischen Gypse (wie z. B. die bei Schottwien und manche der von Brochant aufgeführten Ablagerungen) hierher rechnen will, nur in wenigen Ländern mit Bestimmtheit nachgewiesen worden.

Zuerst wohl bei Szamobor in Croatien, wo nach Lémaire über der dasigen Kupferkies-Lagerstätte, mitten in der ausgezeichnetsten Grauwacke ein 80 F. mächtiger Gypsstock liegt, (*Annales des mines*, 1815, *p.* 44); dann aber ganz vorzüglich im Staate New-York, wo nach Conrad in Oneida und Onondaga zahlreiche Gypsbildungen vorkommen. Emmons sagt, dass der Gyps dort in isolirten Stöcken auftritt, welche in der Regel eine bedeutende Wölbung der sie bedeckenden Schichten verursacht haben, und James Hall beschreibt ihn theils als feinkörnigen, theils als spathigen Gyps; (*Second Rep. on the Geol. of N. Y. p.* 252 und 304). Nach neueren Mittheilungen von Hunt bilden diese Gypse sowohl in Neu-York als in Canada Stöcke, welche in domförmigen Anschwellungen von einigen hundert Fuss Durchmesser dem silurischen Kalksteine aufliegen, und von aufgerichteten, oft zerbrochenen Schichten desselben umgeben werden; an einem Puncte in Canada sah Murray im Kalksteine sogar eine aufrechte cylindrische Gypsmasse, welche sich nach oben zu einem Dome ausbreitet. Diese, in einer Umwandlung des Kalksteins begründete Gypsbildung scheint noch jetzt im Gange zu sein, und Hunt vermuthet, dass sie durch gewisse in jenen Gegenden vorkommende Quellen vermittelt wird, welche etwas freie Schwefelsäure enthalten; (*The Amer. Journ. of sc. 2. ser. VI*, 176). In der devonischen Formation Livlands und Curlands sind bei Kirchholm, Dünhof, Ixkull u. a. O. ebenfalls Gypsablagerungen bekannt; (L. v. Buch, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, S. 60).

6) Steinsalz. Wenn auch bis jetzt das Steinsalz leibhaftig nur selten in den Uebergangsformationen nachgewiesen worden ist, so sind doch Salzquellen in so manchen Gegenden bekannt, dass an dem Dasein grösserer Steinsalz-Ablagerungen im Schoosse dieser und vielleicht noch älterer Formationen gar nicht gezweifelt werden kann. Besonders in Nordamerika muss diess vielfach der Fall sein. In Neu-York entspringen in den Grafschaften Oneida, Onondaga, Madison, Ontario, Seneca und anderwärts sehr viele und reiche Salzquellen aus den Schichten der silurischen Formation, welche dort auch durch Gyps, bunte Mergel, Schieferletten und andere, die jüngeren Steinsalzlager begleitende Gesteine ausgezeichnet ist. In Pennsylvanien, Ohio und Virginien brechen viele Salzquellen theils aus, theils unter der Steinkohlenformation hervor, und nach Featherstonhaugh hat man daselbst in 700 bis 900 Fuss Tiefe unter dem Sandstein und Kalkstein Mergelthon mit Steinsalzkörnern erbohrt; (*Rep. on the geol. reconn. by the way to the Coteau de Prairie*, 1836, *p.* 114). Auch erkannte schon Lewis Beck die in den dortigen Schichten so häufigen Krystalloide nach Steinsalz (I, 512) als Anzeigen für das wirkliche Vorkommen von Steinsalzablagerungen, welches denn auch im Jahre 1840 erwiesen wurde, indem man bei Abingdon in Virgi-

nien unter Gyps und Mergelschichten das Steinsalz erbohrte, und 186 F. tief durchbohrte, ohne sein Ende zu erreichen. Uebrigens sind Salzquellen im Gebiete der silurischen oder devonischen Formation auch aus vielen anderen Ländern bekannt.

Bei Staraja-Russa im Gouvernement Nowgorod springt aus devonischen Schichten eine Salzquelle; eine andere ist ebendaselbst in 700 F. Tiefe erbohrt worden; Gumprecht hält es für wahrscheinlich, dass die zahlreichen Salzquellen in Samogitien und Lithauen in denselben Schichten ihren Ursprung haben. Bei Altensalza im Voigtlande brechen sogar Salzquellen aus dem alten Schiefergebirge hervor, so wie auch nach Sedgwick und Murchison aus der untersten Abtheilung des Cumberlander Schiefergebirges bei Keswick eine Soole quillt; im Cornwaller Schiefergebirge kennt man Salzquellen, die um so reicher werden, je tiefer man sie verfolgt, und bei Werdohl an der Lenne in Westphalen bricht eine fünfprocentige Soole aus der Uebergangsformation; (Karstens Lehrbuch der Salinenkunde, S. 232).

Man ersieht hieraus, wie richtig die Bemerkung von Murchison ist, dass das Vorkommen des Steinsalzes durchaus nicht an eine bestimmte Formation geknüpft sei, da sich dasselbe in den verschiedensten Sedimentformationen, von der silurischen bis zur neueren tertiären Formation vorfindet. Ja selbst aus kryptogenen und aus sehr alten eruptiven Formationen brechen Salzquellen hervor, wie z. B. bei Kreuznach in Rheinpreussen aus Porphyr, und in Neu-Granada, wo Salzquellen aus Glimmerschiefer bei Guayeval, aus Hornblendschiefer bei Salina, aus Syenit bei Rio Grande und Cuaca entspringen; zum Beweise, dass wohl ursprünglich alles Kochsalz aus den Tiefen der Erde abstammt.

7) Baryt. Ausser den bekannten Barytnieren von Andrarum in Schonen ist, wie bereits im ersten Bande S. 686 erwähnt wurde, neuerdings durch v. Dechen die Existenz eines mächtigen und weit fortsetzenden Barytlagers im Thonschiefer des Lennethales bei Meggen unweit Grevenbrück nachgewiesen worden.

§. 316. *Grünsteinbreccien, Grünsteintuffe, Schalsteine und Porphyre.*

Leopold v. Buch hob es schon im Jahre 1824 hervor, dass der Diabas (oder, nach damaligem Sprachgebrauche, der Diorit) für alle Grauwackengebirge auszeichnend zu sein pflegt, und vielleicht mit ihrer Entstehung in der nächsten Beziehung steht*). Diese Bemerkung wurde später von Friedrich Hoffmann weiter verfolgt, indem er aufmerksam darauf machte, wie sich nicht nur am Harze, sondern auch im Rheinischen Schiefergebirge, im südlichen Theile des Thüringer Waldes, im Voigtlande u. s. w. eine beständige Association der Grünsteine mit den Grau-

*) In Leonh. Min. Taschenbuch 1824, S. 500.

wacken und Thonschiefern zu erkennen gebe; wie sich so manche Varietäten des Schiefers durch die Beschaffenheit ihrer Grundmasse an die Schalsteine und Kalkgrünsteine anschliessen; weshalb schon Lasius, Freiesleben, Hausmann und Andere die Grünsteine und Blattersteine am Harze als untergeordnete Lager der dortigen Uebergangsformation aufgeführt hätten, und von Zinken, neben dem in Kuppen auftretenden Grünsteine, ein Lagergrünstein unterschieden worden sei; (Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, 1830, 402 f.).

In der That haben viele spätere Beobachtungen jenen von L. v. Buch angedeuteten Zusammenhang in einer sehr allgemeinen Weise bestätigt, weshalb es sich gegenwärtig als ein fest begründetes Ergebniss aufstellen lässt, dass die meisten krystallinischen und klastischen Gesteine der Grünsteinfamilie ganz vorzüglich an die Uebergangsformationen gebunden sind, und dass ihre Bildung grossentheils in die Perioden der silurischen und devonischen Formation gefallen sein muss. Die den Etagen beider Formationen regelmässig eingeschichteten Grünsteintuffe, mit organischen Ueberresten, welche die eine oder die andere jener Perioden charakterisiren, stellen diesen Synchronismus der Grünsteinbildungen ausser allen Zweifel.

Wir haben nicht nöthig, hier nochmals auf die petrographischen Verhältnisse der Diabase und der mit ihnen verbundenen Grünsteinconglomerate und Grünsteintuffe einzugehen, da solche bereits im ersten Bande, S. 594 f. u. 703 f. ausführlich besprochen worden sind; wohl aber müssen wir ihre innige Association mit den Schichten der silurischen und devonischen Formation durch einige Beispiele erläutern.

Ein Blick auf die Sectionen XIX und XX der geognostischen Charte von Sachsen lehrt, wie im Voigtlande und in Oberfranken sofort mit dem Auftreten der eigentlichen Grauwacken und Uebergangsthonschiefer auch die Grünsteine, Grünsteinbreccien und Grünsteintuffe erscheinen. Da nun diese letzteren stellenweise dieselben devonischen Fossilien umschliessen, wie sie in den Grauwackenschiefern und Kalksteinen vorkommen, so ist die Gleichzeitigkeit gewisser dieser Grünsteine, und die regelmässige Einlagerung ihrer Tuffe in dem ursprünglich horizontal gebildeten Schichtensysteme erwiesen. Auf der anderen Seite treten aber auch in denselben Gegenden andere Grünsteine unter solchen Verhältnissen auf, dass sie erst nach der Aufrichtung des ganzen Schichtensystems abgelagert worden sein können. Sonach scheint es, als ob dort zweierlei, der Zeit nach verschiedene Grünstein-Eruptionen unterschieden werden müssen.

Nach Barrande werden in der silurischen Formation Böhmens die obere und die untere Abtheilung fast überall durch Grünsteine (*trapps*) getrennt, welche mit schwarzen graptolithenführenden Schiefern abwechseln. Diese Gesteine bilden um das ganze Bassin der oberen, wesentlich aus Kalkstein bestehenden Formations-Abtheilung einen förmlichen Gürtel, und erscheinen

bald als ungeschichtete Massen, bald als regelmässig dem Thonschiefer eingeschichtete Grünsteine und Schalsteine, müssen aber in beiden Fällen vor der Bildung der über ihnen folgenden Kalksteine abgelagert worden sein. Alle diese Verhältnisse verweisen auf periodisch wiederholte submarine Eruptionen, deren Material auf dem Meeresgrunde ausgebreitet wurde; (Barrande, in der *Esquisse géologique* zu seinem Werke über die Böhmische Silurformation, p. 75).

In der mittleren Abtheilung der devonischen Formation des Herzogthums Nassau spielen nach Stifft und Sandberger die Grünsteine und Schalsteine eine sehr wichtige Rolle. Zwar werden diese Schalsteine gewöhnlich als metamorphische Schiefer und Kalksteine gedeutet; sie dürften aber vielleicht mit demselben Rechte als tuffartige Gesteine zu betrachten sein, an deren Bildung sich sehr viel Thonschieferschlamm und kohlensaurer Kalk betheiligte. Die grünlichgrauen, undeutlich schiefrigen Diabase werden in der Regel von gelben und braunrothen, mandelsteinähnlichen Schalsteinen, und diese wiederum von blaulichen, grünlichen bis gelblichen, normalen Schalsteinen getragen, während die Grünsteinconglomerate meist die oberste Stelle einnehmen, oder unmittelbar auf Grünstein ruhen. Bei Weilburg sieht man deutlich, wie sich der Schalstein ganz allmälig durch Grünsteinconglomerate, welche schon Versteinerungen enthalten, aus dem Grünsteine herausbildet; auch lassen sich manche seiner Varietäten mit zusammengeschwemmten Producten plutonischer Eruptionen vergleichen; (Sandberger, Uebersicht der geol. Verh. des Herzogth. Nassau, S. 31 f.). Sehr merkwürdig ist die fast beständige Association dieser Nassauer Schalsteine mit Lagern von Rotheisenerz, welche, eben so wie der Schalstein selbst, keinen ausschliesslich plutonischen Charakter tragen, und gar nicht selten organische Ueberreste umschliessen.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden in Westphalen Statt, über dessen Grünstein- und Rotheisenerz-Bildungen v. Dechen eine eben so reichhaltige als belehrende Abhandlung geliefert hat. Auch dort sind, in den Gegenden des Ruhrthales, der devonischen Formation Grünsteine (Hyperite) und Grünsteinporphyre (Labrador- und Pyroxenporphyre), so wie Schalsteine und Mandelsteine im Allgmeinen gleichförmig eingelagert, indem sich nur an sehr wenigen Puncten abweichende Lagerungsverhältnisse erkennen lassen, welche zwar in Bezug auf die Genesis dieser Gesteine von grosser Wichtigkeit sind, in ihrer räumlichen Vertheilung und Anordnung aber nur wenig hervortreten. Und auch dort stehen mit diesen Grünsteinbildungen in sehr naher Beziehung Lager von Rotheisenerz, welche nur in ihrer Nähe, und vorzugsweise an ihren Gränzen gegen die Schiefer und Kalksteine vorkommen, auch gar nicht selten organische Ueberreste umschliessen; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 453 ff.).

Auch am Harze wiederholen sich genau dieselben Erscheinungen, wie diess aus Hausmanns trefflichen Schilderungen der dortigen Grünsteingebilde zu ersehen ist. Nicht nur kommmen dort ganz dieselben Varietäten von theils ungeschichteten, theils geschichteten, grünsteinartigen Gesteinen vor, wie in Westphalen und Nassau, sondern es stellt sich auch die Verknüpfung dieser beiderlei Gesteine unter einander, und mit den übrigen Schichten der Uebergangsformation auf eine ganz ähnliche Weise heraus. „Bei weitem die gewöhnlichste Erscheinung, sagt Hausmann, ist die, dass die Pyroxengesteine

nach dem Streichen der Schichten hervortreten, welches früher Veranlassung gab, sie als untergeordnete Lager der Grauwackenformation zu betrachten. Allerdings zeigen sie sich auch unter anderen Verhältnissen, indem sie nicht selten völlig unregelmässig im Schiefergebirge sich ausbreiten und sogar zuweilen gangförmig dasselbe durchsetzen, auf welches Vorkommen Böbert zuerst aufmerksam gemacht hat. Indessen ist das lagerähnliche Vorkommen doch das allgemeinere, wobei denn übrigens die manchfaltigsten Modificationen Statt finden." Vorher bemerkte er schon im Allgemeinen, dass nicht allein die grosse Verbreitung der Pyroxengesteine in allen Theilen des Schiefergebirges, sondern auch ihre innige Verknüpfung mit den Gliedern der Grauwackenformation, wie solche sowohl in ihren räumlichen Verhältnissen, als auch in ihren häufigen petrographischen Verschmelzungen hervortritt, einen genauen Zusammenhang zwischen dem Auftreten jener Gesteine und den Veränderungen vermuthen lassen, welche das geschichtete Gebirge betroffen haben; (Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 24 f.).

Durch die Untersuchungen von De-la-Beche, Murchison und Sedgwick ist auch in England dieselbe merkwürdige Association theils eruptiver, theils amphoterer (S. 12) Grünsteinbildungen mit den Schichten der Uebergangsformation nachgewiesen worden. De-la-Beche ist der Ansicht, dass das Material der aus Grünsteinschutt gebildeten Conglomerate, Psammite und schiefrigen Tuffe des Schiefergebirges von Cornwall und Devonshire in der Form von Asche und Lapilli (*ashes and cinders*) aus Spalten ausgeschleudert und vom Wasser bearbeitet worden sei, während gleichzeitig anderes Grünsteinmaterial, nach Art der Lavaströme, auf dem Grunde des Meeres zur Eruption gelangte. Daher gehen diese schiefrigen Grünsteintuffe z. B. bei Trevelga ohne irgend eine bemerkbare Gränze in den Thonschiefer, und an vielen anderen Puncten durch mandelsteinartige Gesteine in die körnigen Grünsteine über. Es besteht eine so innige Vermischung zwischen den dichten und schiefrigen Grünsteinen mit den Thonschiefern, dass das Ganze als ein System von gleichzeitigen, obwohl verschiedenartigen Bildungen betrachtet werden muss; auch ist vielorts, und zumal zwischen St. Clether und Trewen, die Association von kohlensaurem Kalk mit den Grünsteinen, Grünsteintuffen und Thonschiefern eine sehr charakteristische Erscheinung; (*Rep. on the Geol. of Cornwall etc. p.* 57). Die dortigen Gesteine gehören aber, wie in Nassau, Westphalen und am Harze, der devonischen Formation an.

Noch früher hat Murchison ganz ähnliche Bildungen aus dem Gebiete der Englischen Silurformation nachgewiesen. Ausser den Trappen (Grünsteinen) zeigen der Wrekin und Caer-Caradoc unweit ihrer Abhänge geschichtete Psammite, welche, obwohl sie organische Ueberreste umschliessen, dennoch in ihrem Materiale dem Trappe so ähnlich sind, dass sie Murchison *volcanic grit* nennt. Sie sind dunkelgrün, und bestehen aus den Elementen des Grünsteins und Syenites (?) mit sparsamen Glimmerschuppen. Aehnliche sehr feinkörnige Psammite von schmutzig olivengrüner Farbe lassen sich vom Caradoc mehre Meilen weit bis Cheney-Longville verfolgen, wo sie Abdrücke von Krinoiden, Trilobiten und Conchylien enthalten; sie gehören den obersten Schichten der Caradoc-Bildung an, und liegen daher (wie in Böhmen) auf der Gränze der unteren und oberen Abtheilung der Silurformation. Auch an den Abhängen der Malvernhills kommen (jedoch nach Phillips in einem etwas tieferen Hori-

zonte) ganz ähnliche Gesteine vor. Die Trapp-Eruptionen müssen sich also während der silurischen Periode zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben. Beweise dafür erkannte auch Murchison in der Gegend des Dorfes Shelve, an der Gränze von Salop und Montgomery, welche wegen ihrer Trapptuffe äusserst interessant ist. Dort ragt der, 7 Engl. Meilen lange, und 1550 F. hohe Berg Corndon auf, welcher aus ungeschichtetem, eruptivem Trapp besteht; allein an beiden Abhängen treten geschichtete Trappgesteine auf, welche oft Schieferfragmente enthalten und mit Sandsteinen wechseln, die der Llandeilo-Bildung (also den tiefsten Etagen der Silurformation) angehören. Die meist grünlichgrauen, sandsteinähnlichen Trapptuffe sind regelmässig geschichtet, halten organische Ueberreste, und bestehen jedenfalls aus eruptivem Gesteinsschutte, welcher auf dem Meeresgrunde ausgebreitet, und mit den übrigen Sedimenten so wie mit Ueberresten von Thieren vermengt wurde. (*The Silurian System*, *p*. 229 f. und *p*. 268 f.)

Auch im Gebiete der Uebergangsformationen Nordamerikas kommen ähnliche Verknüpfungen zwischen Grünsteinen und geschichteten Gesteinen vor. (*Hitchcock*, *Rep. on the Geol. of Mass*. 259 f.)

Wie aber die Grünsteine, so haben auch gewisse Porphyre schon in die Bildung der ältesten Sedimentformationen eingegriffen, sind mit ihnen gleichsam zur Interferenz gelangt, und offenbaren eine so innige Verknüpfung mit den sedimentären Schichten, dass man sie nur als solche eruptive Bildungen betrachten kann, deren Eruptionsepoche in die Periode der silurischen oder devonischen Formation fällt. Wenn auch die Beschreibungen mancher dieser Porphyre noch zweifelhaft darüber lassen können, ob sie nicht richtiger in die Kategorie der Grünsteine zu verweisen sind, so lässt es sich doch von anderen gar nicht bezweifeln, dass sie zu der Familie der Felsitporphyre gehören*). Sie bilden regelmässige, oftmals sich wiederholende Lager innerhalb der Schiefer, werden nicht selten von Breccien ihrer Art begleitet, und lassen wohl nur eine ganz analoge Bildungsweise vermuthen, wie solche von den Englischen Geologen für die ähnlichen Grünsteingebilde geltend gemacht worden ist. Die hier und da in der Uebergangsformation angegebenen Schichten von dichtem Feldspath oder Felsit dürften wohl nur als sehr feine und harte, tuffartige Bildungen zu betrachten sein.

Boué berichtete schon in seinem Werke über Schottland, dass die Uebergangsformation in Cumberland, Nordwales und Westmoreland durch eine erstaunliche Menge von theils krystallinischen theils klastischen Porphyrgestei-

*) Leider nehmen es manche Englische Geologen mit der Benennung und Beschreibung eruptiver, und überhaupt fossilfreier Gesteine nicht hinreichend genau; die Worte Porphyr, Grünstein, Syenit und Trapp werden von ihnen sehr unbestimmt, und zumal das letztere Wort nicht selten als ein Collectiv-Name gebraucht, welcher die verschiedensten Gesteine begreift.

nen ausgezeichnet sei, welche mit den Grauwacken und Thonschiefern abwechseln; (*Essai géol. sur l'Ecosse*, *p.* 357). Dieselben Gegenden wurden später sehr genau von Sedgwick untersucht, welcher es bestätigte, dass besonders eine mächtige, aus Thonschiefer bestehende Etage der dortigen Silurformation eine grosse Anzahl gleichzeitiger Porphyrlager umschliesst, welche mehr oder weniger regelmässig mit dem Schiefer wechsellagern, und stellenweise in Breccien und schiefrige Tuffe (*trappean breccias and shales*) übergehen; (*Bull. de la soc. géol. VII*, 153 und *Quart. Journ. of the geol. soc. II*, 106, und *III*, 157). — In den Vogesen sind ähnliche Verhältnisse schon länger bekannt, und von v. Dechen und v. Oeynhausen beschrieben worden; die betreffenden Porphyre zeigen sich dort besonders in den Thälern der Breusch und Thurn, wo sie die Hauptmasse des Gebirges bilden und, obwohl selbst ohne Anlage zur Schichtnng, doch in die sehr deutlich geschichteten Grauwacken und Schiefer übergehen; (Geogn. Umrisse der Rheinländer, I, 321). — Die flasrigen und schiefrigen Porphyre der Lennegegenden, zwischen Olpe, Schmallenberg und Heinsberg (I, 620), über deren interessante Verhältnisse v. Dechen so lehrreiche Aufschlüsse gegeben hat, dürften wohl ebenfalls grösstentheils als gleichzeitige, in die Periode der devonischen Formation fallende Bildungen zu betrachten sein, welche wenigstens zum Theil als amphotere Producte plutonischer und neptunischer Thätigkeit gelten müssen, da am Steimel bei Schademer sogar ein Homalonotus im schiefrigen Porphyr eingeschlossen gefunden worden ist. — Der untersten fossilhaltigen Etage der silurischen Formation Böhmens sind nach Barrande bei Skrey Porphyre eingelagert, welche mit dem Thonschiefer abwechseln, wodurch diese Etage dort eine fast fünf Mal grössere Mächtigkeit erlangt, als auf der Südseite bei Ginetz; (*Barrande*, *Esquisse géol. p.* 65). — In der silurischen Formation Südschottlands kommen nach Nicol sehr häufige Lager von rothen und gelben Felsitporphyren vor; bei Innerleithen sah er innerhalb einer Zone von einer Engl. Meile Breite nicht weniger als 22 solcher Lager, welche den fast verticalen Grauwacken- und Thonschieferschichten parallel eingeschaltet sind. Dennoch glaubt er sie für intrusive Bildungen erklären zu müssen, weil sie ihr Nebengestein auffallend verändern, zuweilen Fragmente desselben einschliessen und es sogar stellenweise mit Apophysen durchsetzen.

§. 317. *Steinkohlen und Erzlager.*

Anthracit und Steinkohle sind zwar seltene Gäste im Gebiete der Uebergangsformationen, aber keinesweges davon gänzlich ausgeschlossen. Gewöhnlich kommen sie nur in Nestern und unbedeutenden Lagen vor; bisweilen treten sie jedoch in hinreichend mächtigen und ausgedehnten Flötzen auf, um sogar mit Vortheil abgebaut werden zu können.

So kennt man nach Harkness in der silurischen Formation Südschottlands mehre weit fortsetzende Anthracitflötze mitten zwischen graptolithenführenden schwarzen Schieferthonen; nach Weawer umschliesst die Uebergangsformation

Irlands in der Grafschaft Cork gleichfalls Anthracitflötze, und Sharpe hat gezeigt, dass die anthracitähnlichen Kohlen, welche bei Vallongo, östlich von Oporto in Portugal, abgebaut werden, der unteren Etage der dortigen Silurformation angehören. — Unweit Aviles in Asturien kommen nach Paillette und Verneuil sowohl bei Arnao als auch bei Ferroñes Steinkohlenflötze in der devonischen Formation vor, und der zuletzt genannte Geolog hat sehr triftige Gründe für die Ansicht aufgestellt, dass auch das Kohlenbassin von Sabero in der Provinz Leon, so wie dass die bedeutende Steinkohlenbilduug an der unteren Loire in Frankreich derselben Formation zugerechnet werden müsse. Eben so sprechen manche Gründe dafür, die Kohlenbassins von Hainichen und Ebersdorf in Sachsen als devonische Bildungen zu betrachten, und von der eigentlichen Steinkohlenformation zu trennen. — Was aber die unbedeutenden Vorkommnisse von Anthracit oder Steinkohle betrifft, so sind dergleichen in vielen Gegenden, wie z. B. bei Lischwitz unweit Gera, bei Magdeburg, bei Landshut und Hausdorf in Schlesien, bei Clausthal am Harze u. s. w. bekannt.

Ueberhaupt ist das Vorkommen von Steinkohle eine Erscheinung, welche unter günstigen Umständen in allen sedimentären Formationen zu erwarten, und auch bereits in ihnen allen nachgewiesen ist. Denn, wie wir sie gegenwärtig schon in der silurischen und devonischen Formation kennen gelernt haben, so werden wir sie später, wenn auch nur als eine mehr oder weniger locale Erscheinung, in allen übrigen sedimentären Formationen kennen lernen. Eine jede Sedimentformation kann also hier und da als eine kohlenführende Formation ausgebildet sein, was in nationalökonomischer Hinsicht nicht ganz unwichtig ist. Aber freilich giebt es nur eine Formation, welche in allen Gegenden ihres Vorkommens so gesetzmässig, und auch meist so reichlich mit Steinkohlenflötzen gesegnet ist, dass sie mit vollem Rechte *par excellence* als Steinkohlenformation aufgeführt wird; es ist diess die dritte der grossen paläozoischen Formationen.

Die Uebergangsformationen sind aber auch in vielen Gegenden reich an mancherlei Erzlagerstätten*), und gewinnen dadurch ein hohes praktisches Interesse für den Berg- und Hüttenmann. Es sind besonders verschiedene Eisenerze, Kupfererze, Bleierze und Zinkerze, welche sich oft in grossen Quantitäten vorfinden, während andere Erze zu den minder häufigen Erscheinungen gehören.

Alle diese Erze kommen theils derb und eingesprengt, oder auch in Trümern, Lagen und Nestern innerhalb gewisser Gesteinsschichten zerstreut, theils aber auch concentrirt auf selbständigen Lagern und Stöcken vor, welche entweder zwischen gleichartigen Gebirgsschichten eingelagert, oder noch öfter auf den Gränzen ungleichartiger Schich-

*) Wir erinnern nochmals daran, dass wir es, wie bereits oben S. 97 bemerkt wurde, hierbei nicht mit den Erzgängen, als fremdartigen und unabhängigen Bildungen, sondern lediglich mit den Erzlagern und anderen, den Gebirgsschichten eigenthümlichen Erzlagerstätten zu thun haben.

ten, zumal auf den Gränzen der Kalksteine gegen andere Schichten abgelagert sind. In diesem letzteren Falle dürften sie wohl nicht selten als secundäre, durch die chemische Reaction des Kalksteins auf ehemalige Mineralquellen zur Ausbildung und zum Absatz gelangte Niederschläge zu betrachten sein.

1) Eisenerze. Als solche sind besonders oolithisches Eisenerz, Eisenspath, Brauneisenerz, Rotheisenerz und Magneteisenerz zu erwähnen.

Zuvörderst gedenken wir der Lager von oolithischem Eisenerz (I, 688), welche wegen ihrer oft sehr bedeutenden Erstreckung, und wegen ihrer bestimmten bathrologischen Stelle in dem betreffenden Schichtensysteme einige Wichtigkeit erlangen. Sie kommen z. B. in der silurischen Formation Böhmens an vielen Orten, sowohl im Brdy-Walde als auch in der Gegend von Zbirow vor; eben so kennt man sie in derselben Formation des Staates New-York, in Herkimer- und Oneida-County, wo sie, bei 1 bis 3 Fuss Mächtigkeit, z. Th. 30 Engl. Meilen weit fortsetzen. Nach Dumont kommen ähnliche Lager in der obersten Etage der devonischen Formation Belgiens vor; indessen kann diese Etage möglicherweise schon der Steinkohlenformation angehören. — Ein dem Chamoisit verwandtes, aus abgeplatteten Pisolithkörnern bestehendes, grünstrichiges und magnetisches Eisensilicat bildet nach Boblaye in der Bretagne, bei Quintin und Fresnaye-le-Vicomte, in den unteren Etagen der Silurformation Lager, welche bis 15 Meter Mächtigkeit erlangen; (*Bull. de la soc. géol. X*, 229).

Eisenspath ist besonders innerhalb der silurischen Formation der Alpen in zahlreichen Stöcken abgelagert; zwar konnte bis jetzt nur für den bei Dienten, unweit Werfen liegenden Stock der paläontologische Beweis des silurischen Alters geliefert werden; allein v. Hauer hält es für sehr wahrscheinlich, dass alle die übrigen, von Neukirchen bis gegen Hall in Tyrol fortziehenden Eisenspathstöcke derselben Bildung angehören. Auch am Erzberge bei Eisenerz, diesem wahrhaft colossalen Eisenspathstocke, sind Krinoidenreste gefunden worden, zum Beweise, dass er nicht mehr in das Gebiet der Urschiefer fällt; (Sitzungsberichte der K. K. Akad. 1850, S. 275).

Brauneisenerz kommt z. B. bei Kirchberg, am nördlichen Fusse des Hunsrück, im Thonschiefer als ein 400 bis 500 Schritt breites, mit Quarz und Thonschiefer durchwachsenes Lager vor; (Steininger geogn. Beschr. des Landes zwischen Saar und Rhein, S. 19). Uebrigens ist dasselbe Erz eine in und bei den Kalksteinlagern sehr gewöhnliche Erscheinung, und daher als ein häufiger Begleiter derselben in der Form von Nieren, Nestern, Stöcken und Lagern an vielen Orten bekannt; (z. B. am Harze, in der Eifel, im Voigtlande). Bedeutend ist auch das Vorkommen von Miedzianagora in Polen, nordwestlich von Kielce, wo in dem bunten Letten, welcher die oberste Etage der dortigen, zwischen Kalkstein und Quarzit abgesetzten Erzlagerstätte bildet, zahlreiche sphäroidische und ellipsoidische Brauneisenerznieren von einer Faust bis zu vielen Cubiklachtern Grösse stecken. Eine ganz ähnliche Lagerstätte, welche sowohl Brauneisenerz als Rotheisenerz genau unter denselben Verhältnissen umschliesst, findet sich im Quarzite selbst bei Dabrowa.

Rotheisenerz, z. Th. als Glanzeisenerz, meist als dichtes, fasriges und ockriges Rotheisenerz ist ein sehr gewöhnlicher Begleiter der Grünsteine und Schalsteine, zumal da, wo solche an Kalkstein oder Dolomit angränzen. Auf diese Weise kommt es in mitunter recht bedeutenden Lagern und Stöcken bei Brilon und überhaupt in der ganzen Linie zwischen Bigge und Bredelar in Westphalen, bei Weilburg und Dillenburg im Herzogthum Nassau, und in anderen Gegenden vor; dabei ist es interessant, dass diese Lager oft sehr reich an Fossilien sind, welche sich grossentheils selbst in Rotheisenerz umgewandelt zeigen; auch Anthracitnester sind nicht selten. Uebrigens kommen auch Rotheisenerze zuweilen unabhängig von Grünsteinen im Kalksteine selbst vor, wie am Harze und bei Miedzianagora in Polen.

Magneteisenerz gehört in der Uebergangsformation zu den seltenen Erscheinungen; das pisolithische Eisenerz der Bretagne ist oft reichlich damit versehen, und Sandberger erwähnt ein Magneteisenerzlager im Schalsteine bei Odersbach in Nassau.

2) Kupfererze; es ist besonders Kupferkies, welcher, gewöhnlich mit Eisenkies, wohl auch mit Zinkblende, Bleiglanz und anderen Erzen verbunden, theils selbständige Lager und Stöcke, theils blose Trümer- und Netzwerke in den Schichten der Uebergangsformation bildet.

Berühmt ist der 1800 F. lange und 170 F. mächtige Erzstock des Rammelsberges bei Goslar, welcher hauptsächlich aus einem compacten und sehr festen Gemenge von Eisenkies und Kupferkies mit Bleiglanz und brauner Zinkblende besteht, im Allgemeinen eine scharf linsenförmige Gestalt hat, sich jedoch nach unten in zwei Keile spaltet, so dass sein verticaler Querschnitt fast eine pfeilspitzenartige Figur darstellt, und seine ganze Form mit jener gewisser linsenförmiger Zwillingskrystalle des Gypses von Montmartre verglichen werden kann. — Auf der Insel Anglesea kommt ein ganz colossaler, viele tausend Fuss langer und 200 bis 300 F. mächtiger Kupferkiesstock vor, welcher nach den Beschreibungen von Lentin und Hawkins grosse Aehnlichkeit mit der Rammelsberger Lagerstätte zeigt, und sich, eben so wie diese, nur nicht in der Richtung des Fallens, sondern in der Richtung des Streichens auf seiner östlichen Seite in zwei Keile spaltet. — Die Erzlagerstätte von Szamobor, unweit Agram in Croatien, ist nach Lémaire kein zusammengehaltener Erzstock, sondern ein Netzwerk, indem der Kupferkies mit den übrigen Erzen blosse Nieren und Nester, Trümer und Lagen bildet, welche innerhalb eines Raumes von 400 Meter Länge und 200 M. Tiefe die Grauwackenschichten nach allen Richtungen erfüllen und durchschwärmen; zugleich kommen auch Anthracitlagen vor, und das erzführende Schichtensystem wird von Gyps bedeckt. — Bei Miedzianagora dagegen sind es besonders Kupferglanz und Kupferschwärze, welche, zugleich mit Eisenkies und gelber Zinkblende, die untere, dem schiefrigen Kalksteine unmittelbar aufliegende, und aus grauem Letten bestehende Etage des dortigen Erzlagers erfüllen; höher aufwärts folgt, durch erzleeren merglichen Kalkstein getrennt, eine gelbe und rothe Mergelschicht (die sog. Flötzasche) welche mit Malachit, Kupferlasur und Kupfergrün erfüllt ist. (Pusch, Geogn. Beschr. von Polen, S. 78 ff.)

3) **Bleierze.** Unter ihnen steht der **Bleiglanz** oben an, welcher in einigen Regionen der Uebergangsformation in ganz ausserordentlicher Menge niedergelegt ist; gewöhnlich sind es gewisse, aus **Kalkstein** bestehende Etagen, innerhalb welcher dieses Erz in der Form von eingesprengten und derben Partieen, von Nestern, Trümern und Lagen zur Ausbildung gelangt ist; die ausserdem noch vorkommenden Blei**salze** sind erst aus der Zersetzung des Bleiglanzes hervorgegangen, und finden sich daher auch meist nur in den oberen Regionen der betreffenden Lagerstätten.

Auf solche Weise erscheint nach Benoit der Bleiglanz, zugleich mit Eisenkies, Zinkblende, Quarz und Kalkspath, im Grauwackenschiefer von Longwilly in Luxemburg. Bei Olowianka unweit Checin in Polen wird der Kalkstein nach allen Richtungen von zahlreichen Bleiglanztrümern durchzogen, so dass man, wie Pusch sagt, das Ganze als ein Stockwerk (oder Netzwerk) betrachten kann. — In der Sierra de Gador in Spanien, einem Theile der *Alpujarras*, ist der rauchgraue bis bräunlichschwarze, dichte, nach oben mit Dolomit wechselnde Kalkstein innerhalb eines Raumes von ¼ Meile Länge und Breite mit Nestern, Lagen und Trümern von Bleiglanz erfüllt, der gewöhnlich von einem gelblichrothen Letten begleitet wird, und jährlich über ½ Million Centner Blei liefert. Paillette und Hausmann haben die grosse Analogie hervorgehoben, welche zwischen diesem Vorkommen und jener, in einem wahrhaft gigantischem Maassstabe ausgebildeten Bleiglanz-Niederlage Statt findet, die in Nordamerika bekannt ist. Im südlichen Theile von Wisconsin, so wie in den angränzenden Theilen von Jowa und Illinois ist nämlich der silurische Kalkstein über einem Raume von 87 Englischen Meilen Länge und 54 Meilen Breite (oder von 220 geographischen Quadratmeilen) von Bleiglanz-Trümern und Gängen durchzogen, welche sich oft auf den Schichtungsfugen ausbreiten, auch zu grösseren Nestern und Stöcken erweitern oder vereinigen, ausserdem meist rothen Letten und Kalkspath führen, und einen solchen Reichthum von Erzen liefern, dass im Jahre 1839 allein 30 Million Pfund Blei ausgebracht wurden. Auch Galmei und Zinkblende, besonders aber sehr viel Brauneisenerz ist dort in derselben Kalksteinformation niedergelegt.

4) **Zinkerze.** Besonders Galmei und Zinkspath sind zuweilen in bedeutenden Massen an der Gränze und im Innern von Kalksteingebilden zur Ablagerung gelangt; gewöhnlich werden sie von eisenschüssigem Letten so wie von Bleiglanz, Bleicarbonat, Brauneisenerz und anderen Mineralien begleitet. Meist sind es ganz regellos gestaltete und mit dem Kalksteine sehr innig verbundene Nester, Klötze und Stöcke, welche von diesen Erzen und ihren Begleitern gebildet werden.

So ist z. B. das Vorkommen des Galmeis und Zinkspathes zwischen Iserlohn und Westich in Westphalen, auf der Gränze des Grauwackenschiefers und des Kalksteins, in welchen letzteren die Erze mehr oder weniger weit aufwärts eingreifen, während sie von ersterem scharf geschieden sind. Bei

Aachen bildet der Galmei gleichfalls regellose klotzförmige Ablagerungen im Kalkstein.

5) Antimonerze, Manganerze und Mercurerze. Diese Erze sind, wie überhaupt, so auch in den Uebergangsformationen seltener anzutreffen, als die bisher betrachteten metallischen Mineralien.

Antimonglanz bildet zuweilen Netzwerke, d. h. Systeme von dicht gedrängten und sich gegenseitig kreuzenden Lagen und Trümern, innerhalb gewisser Schichten der Uebergangsformation. Ein solches Vorkommen erwähnt Cauchy von Goesdorf unweit Wilz in Belgien, und ein ganz ähnliches kennt man bei Bruck im Ahrthale in Rheinpreussen; an beiden Orten sind es Schichten von Grauwackenschiefer, welche die Erze beherbergen. — Manganerze bilden nach Cauchy bei Bihain und Lierneux in den Ardennen mehre kleine Lager, welche zum Theil nur als erzführende Schieferschichten zu betrachten sind. — Endlich ist es nach Burat sehr wahrscheinlich, dass die berühmten Mercurlagerstätten von Almadén in Spanien nur als mächtige Sandsteinschichten der dortigen Silurformation gelten können, welche mit Zinnober mehr oder weniger reichlich imprägnirt und erfüllt sind; (*Burat*, *Etudes sur les mines, Supplément, p.* 64).

Zweites Capitel.

Geotektonische Verhältnisse der Uebergangsformationen überhaupt.

§. 318. *Zusammensetzung aus vorherrschenden und untergeordneten Gebirgsgliedern.*

Die verschiedenen Gesteine und Mineral-Aggregate, welche wir in den vorhergehenden Paragraphen als die eigentlichen Materialien der Uebergangsformationen kennen gelernt haben, nehmen an der Zusammensetzung derselben einen sehr verschiedenen Antheil.

Die Grauwacken, Grauwackenschiefer und Thonschiefer einerseits, so wie die Sandsteine anderseits sind unstreitig in der Regel als die vorherrschenden Gesteine zu betrachten, welche daher den Hauptkörper der meisten silurischen und devonischen Regionen constituiren. Die drei zuerst genannten Gesteine treten bald in beständiger Wechsellagerung ihrer einzelnen Schichten, bald in mächtigen Zonen oder Etagen auf, welche gleichfalls in mehrfacher Wiederholung über einander liegen können. Die Sandsteine pflegen mehr selbständige und abgesonderte Etagen zu bilden, obgleich auch sie nicht selten durch Grauwacke oder sandige Schiefer mit den übrigen Gesteinen in Verbindung gebracht werden. — Ueberhaupt aber walten in manchen Gegenden die

schiefrigen, in anderen mehr die körnigen oder psammitischen Gesteine vor, ohne dass sich in dieser Hinsicht eine allgemeine Regel aufstellen lässt. Die conglomeratähnlichen Bildungen spielen zwar im Allgemeinen eine mehr untergeordnete Rolle, können jedoch gleichfalls in einzelnen Gegenden zu einer recht bedeutenden Entwickelung gelangen. In manchen Ländern, wie z. B. in Scandinavien, Russland und Nordamerika, gewinnen auch die Kalksteine oder Dolomite und die Mergel eine grosse Bedeutung, indem sie in ihrer Ausdehnung und Mächtigkeit, oder doch wenigstens in der ersteren mit den übrigen Gesteinen wetteifern, und solchenfalls eben sowohl als vorherrschende Glieder der Uebergangsformationen gelten können, wie sich diess gewöhnlich nur von den schiefrigen und psammitischen Gesteinen behaupten lässt.

Abstrahiren wir von den so eben erwähnten Fällen, so dürfte im Allgemeinen anzunehmen sein, dass die Kalksteine und Dolomite, die Quarzite und Kieselschiefer, die Grünsteintuffe und was mit ihnen zusammenhängt, rücksichtlich des Antheils, welchen sie an dem Total-Volumen der Uebergangsformationen haben, schon einen mehr untergeordneten Charakter behaupten, obgleich sich auch für sie in einzelnen Gegenden das entgegengesetzte Verhältniss geltend machen kann.

Dem Alaunschiefer, dem Gypse, den Steinkohlen und den Erzen darf wohl in allen Fällen nur die Bedeutung von untergeordneten Gebirgsgliedern zugestanden werden, wenn auch hier und da ein Erzstock oder eine Alaunschiefer-Ablagerung zu recht ansehnlichen Dimensionen anwachsen kann.

Obwohl daher gerade diese Materialien, eben so wie die Kalksteine, zu denen in technischer Hinsicht vorzüglich wichtigen Bestandtheilen der Uebergangsformationen gehören, so werden sie doch da, wo es sich um eine blose Abwägung der Massen, um eine blose Schätzung des Volumens handelt, als die unbedeutendsten Glieder derselben hervortreten.

Die vorherrschenden Gebirgsglieder der Uebergangsformationen bilden die einzelnen Haupt-Etagen, welche sich in der Zusammensetzung derselben unterscheiden lassen und, wie durch petrographische, so auch oft durch gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten auszeichnen. Daher finden wir denn meistentheils in einer jeden Bildungsregion eine Aufeinanderfolge von bestimmten Etagen, in welchen bald der schiefrige, bald der psammitische oder psephitische, bald auch der kalkige Typus vorwaltet. Dennoch aber können innerhalb verschiedener, wenn auch benachbarter, Bildungsregionen, ja sogar innerhalb einer und derselben, grösseren Bildungsregion diese Etagen sowohl nach ihrer Anzahl und Mächtigkeit, als auch nach ihrer

petrographischen und paläontologischen Eigenthümlichkeit mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten erkennen lassen.

Eine und dieselbe Etage kann z. B. hier als Conglomerat, dort als Grauwacke, und weiterhin als Schiefer, oder auch hier als reiner Kalkstein, dort als eine Wechsellagerung von Kalkstein und Schiefer, und endlich als bloser Schiefer mit Kalksteinnieren ausgebildet sein. Dieselbe Etage, welche in einer Gegend mehre tausend Fuss mächtig ist, kann sich in ihrer weiteren Erstreckung bis auf wenige hundert Fuss verschmälern, und in noch grösserer Entfernung gänzlich auskeilen. Da endlich eine und dieselbe Etage an ihrem Bildungsrande als ein litorales, und weiter auswärts als ein pelagisches, ja vielleicht als ein, bis unter den Nullpunct des organischen Lebens hinabreichendes Sediment abgesetzt worden sein kann, so wird sie schon deshalb in verschiedenen Theilen ihres Verbreitungsgebietes etwas verschiedene Fossilien umschliessen oder auch aller Fossilien ermangeln können; ganz abgesehen von denjenigen Verschiedenheiten, welche durch die verschiedene materielle Beschaffenheit der Sedimente herbeigeführt werden mussten; (S. 47).

Die untergeordneten Gebirgsglieder pflegen den vorherrschenden Gebirgsgliedern dergestalt eingeschaltet zu sein, dass sie hier und da, entweder mitten innerhalb der Haupt-Etagen, oder auf den Wechseln derselben abgelagert sind; weshalb denn auch die kleineren Lager und die Stöcke öfters eine reihenförmige Anordnung längs derselben Streichlinie erkennen lassen, während die mehr stetig verlaufenden untergeordneten Schichten, wegen ihres oft sehr ausgezeichneten petrographischen und paläontologischen Signalements als sichere Leitfaden durch den oft sehr verworrenen Schichtenbau, und als zuverlässige Markscheiden der an einander gränzenden Haupt-Etagen benutzt werden können.

In solcher Weise, aus gewissen vorherrschenden, und aus anderen untergeordneten Gebirgsgliedern zusammengesetzt, erlangen nun die Uebergangsformationen in ihren verschiedenen Verbreitungsgebieten mitunter eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, während sich zugleich die Areale dieser Verbreitungsgebiete über viele Tausende von Quadratmeilen erstrecken können.

Nach Ramsay ist in Südwales die silurische Formation allein 8000 bis 12000 Fuss, und die, als rother Sandstein ausgebildete devonische Formation 4000 bis 7000 F. mächtig, so dass dort das Maximum der Mächtigkeit für beide zugleich auf 19000 F. veranschlagt werden kann. Dieselben beiden Formationen erreichen im Staate Pennsylvanien nach Henry Rogers mindestens eine summarische Mächtigkeit von 30000 Fuss. Die silurische Formation Böhmens dürfte, zufolge des von Barrande mitgetheilten Profiles, auch nach Abzug der unteren fossilfreien Etagen, eine Mächtigkeit von vielen tausend Fuss besitzen, und die, grösstentheils devonischen Formationen des Harzes, Oberfrankens, Rheinpreussens, Westphalens und des Thüringer Waldes müssen gleichfalls ganz erstaunliche Mächtigkeiten erreichen.

Die so eben angeführten Beispiele verweisen uns auf die Grösse der Zeiträume, welche zur Ausbildung solcher Schichtensysteme erforderlich waren; sie geben uns erst den wahren chronologischen Maassstab an die Hand, nach welchem eigentlich diejenigen beiden Perioden bemessen werden müssen, während welcher die silurische und die devonische Formation geschaffen wurden. Wenn also auch in manchen Gegenden, wie z. B. im nordwestlichen Russland und in Schweden, die silurische Formation mit einer verhältnissmässig weit geringeren Mächtigkeit vorliegt, so beweist diess wohl nur, dass in das dortige silurische Meer eine weit spärlichere Zuführung von Material Statt gefunden haben müsse, als solches in anderen Meeresregionen der Fall war.

§. 319. *Lagerung und Architektur der Uebergangsformationen.*

Natürlicherweise können die Uebergangsformationen ursprünglich nur entweder den primitiven, oder auch sehr alten eruptiven Formationen aufgelagert sein; andere Auflagerungsverhältnisse lassen sich nur ausnahmsweise, als locale, durch spätere Dislocationen, Ueberschiebungen oder Eruptionen verursachte Erscheinungen erwarten. Da nun aber die primitiven Formationen besonders als eine Gneiss- und als eine Schieferformation zu unterscheiden sind, und da die Schichten derselben sehr häufig eine steile und selbst verticale Lage haben, so werden die Uebergangsformationen bald der Urgneiss- bald der Urschieferformation unmittelbar, und zwar häufig beiden mit discordanter Lagerung (I,927) aufgelagert erscheinen. Doch sind auch viele Fälle bekannt, da die Urschieferformation und die Uebergangsformation in concordanter Lagerung auf einander folgen, und zugleich durch allmälige Uebergänge so innig verknüpft sind, dass gar keine scharfe Gränzlinie gezogen werden kann, und eine ganz stetige Entwickelung der einen Formation nach der anderen anzunehmen sein dürfte.

In Russland, in Schweden, im südlichen Norwegen so wie in Nordamerika ist die silurische Formation den primitiven Formationen discordant aufgelagert, was dort um so auffallender hervortritt, weil in diesen Gegenden (Norwegen ausgenommen) die silurischen Schichten über grosse Flächenräume noch vollkommen horizontal liegen, während die Schichten der primitiven Formation gewöhnlich vertical oder doch sehr steil aus der Tiefe heraufsteigen. Nach Charpentier zeigt die Uebergangsformation der Pyrenäen meist eine ungleichförmige Lagerung auf der Urformation, obgleich die beiderseitigen Schichten oft nach derselben Weltgegend einfallen. In England folgt die silurische Formation bald in discordanter, bald in concordanter Lagerung auf die ältere fossilfreie Schieferformation. In Böhmen, im Herzogthum Nassau und in sehr vielen anderen Gegenden sind die Urschiefer- und die Uebergangsformation durch Uebergänge und gleichförmige Lagerung so innig verbunden, dass sich kaum sagen lässt, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Weil sich die silurische und die devonische Formation während zweier, auf einander folgender grosser Zeitperioden entwickelt haben, und weil die zu solcher Entwickelung erforderlichen Verhältnisse der Submersion für manche Gegenden während beider dieser Perioden bestanden haben können, wogegen solche für andere Gegenden nur während der silurischen, und für noch andere Gegenden erst während der devonischen Periode Statt gefunden haben, so lässt sich auch erwarten, dass die Uebergangsformationen keineswegs in allen Gegenden ihres Vorkommens zu einer vollständigen Entwickelung gelangt sein werden. Wie wir sie also über grosse Landstriche gänzlich vermissen, weil solche während der betreffenden Perioden als Festland existirten, oder auch weil die einstmals vorhanden gewesenen Schichten der Uebergangsformation später zerstört und spurlos vertilgt worden sind, so finden wir in anderen Landstrichen die silurische und die devonische Formation zugleich, in noch anderen Landstrichen nur die silurische, und wiederum in anderen nur die devonische Formation zur Ausbildung gebracht.

Ob und mit welchem Rechte in manchem der letzteren Fälle die unter der devonischen Formation liegenden fossilfreien Schiefermassen als ein Aequivalent der silurischen Formation zu betrachten sein werden, diess ist eine Frage, deren Beantwortung mit eigenthümlichen Schwierigkeiten verbunden ist. Ein wirklicher Beweis für die Richtigkeit einer solchen Deutung würde nur dann geliefert werden, wenn die betreffenden fossilfreien Schichten in ihrem weiteren Verlaufe stetig zu verfolgen, und dabei in benachbarten Regionen mit wirklichen silurischen Fossilien wieder zu finden wären.

So existiren z. B. in England, Russland und Nordamerika beide Formationen über und neben einander, wogegen man im südlichen Schweden und in Böhmen nur die silurische, in Rheinpreussen, Nassau und am Harze*) bis jetzt nur die devonische Formation nachgewiesen hat. Da sich die in einem sehr tiefen Meere, unterhalb des Nullpunctes des organischen Lebens abgesetzten Schichten fast völlig frei von organischen Ueberresten erweisen müssen (S. 40 und 43), so wäre es möglich, dass in den letztgenannten Ländern die Basis der devonischen Formation während der silurischen Periode unter solchen Umständen gebildet worden ist, welche mit der Existenz organischer Wesen unvereinbar waren. — In Sachsen und am Thüringer Walde sind beide Formationen vorhanden, obwohl die silurische Formation durch Fossilien nur sehr spärlich als solche wirklich charakterisirt erscheint; denn gewöhnlich sind es nur Graptolithen, welche bis jetzt den Beweis für das Dasein dieser Formation in jenen Gegenden geliefert haben.

*) Mit Ausnahme der Gegend von Ilsenburg, wo Carl Römer neuerdings silurische Fossilien nachgewiesen hat; *Paläontographica, III*, 1850, S. 55.

Wo die silurische und die devonische Formation über und neben einander zur Ausbildung gelangt sind, da entsteht uns die Frage, nach ihrer relativen oder gegenseitigen Lagerung, ob nämlich beide in concordanter, oder in discordanter Lagerung auf einander folgen. Die Antwort auf diese Frage lautet dahin, dass in verschiedenen Gegenden sowohl das eine, wie das andere Lagerungsverhältniss vorkommt. Auch ist es begreiflich, dass sogar in einer und derselben Gegend hier das eine, und dort das andere Lagerungsverhältniss Statt finden kann, wenn die silurische Formation vor der Ablagerung der devonischen Schichten partielle Dislocationen und Aufrichtungen erfahren hat.

In Russland und Nordamerika folgen sich beide Formationen gewöhnlich in vollkommen concordanter Lagerung; in England und Schottland findet häufig eine entschiedene discordante Lagerung Statt. Eben so verhält es sich auch zwischen der devonischen Formation und der über ihr folgenden Steinkohlenformation, welche in manchen Ländern (z. B. in Westphalen, Devonshire, Russland und Nordamerika) concordant, in andern Ländern (z. B. in Sachsen, auf der Südseite des Hunsrück und in vielen anderen Gegenden Englands) discordant gelagert sind.

Weil die meisten Granite erst nach der Bildung der Uebergangsformationen hervorgetreten sind, so werden auch die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse dieser Formationen sehr häufig durch die granitischen Eruptionen gewaltsame Störungen und Veränderungen erlitten haben. Doch waren diess oft nur locale, auf die unmittelbare Umgebung der Granite beschränkte Perturbationen, während die allgemeinsten und grossartigsten Störungen der Lagerung und Architektur durch abyssodynamische Bewegungen der Erdkruste veranlasst worden zu sein scheinen, welche vielleicht oftmals mit den endlichen Eruptionen der Granite in einem ursachlichen Zusammenhange gestanden haben mögen, aber gewiss nicht als das alleinige Werk dieses letzten Actes der plutonischen Thätigkeit betrachtet werden können.

Die Uebergangsformationen haben in manchen Ländern noch bis auf den heutigen Tag dieselbe Lagerungsform und dieselbe Architektur beibehalten, welche ihnen gleich anfänglich bei ihrer Bildung verliehen worden waren, indem sie sich noch gegenwärtig in horizontalen oder doch nur sehr sanft geneigten Schichten über kleinere und grössere Räume, ja zum Theil über Räume von vielen tausend Quadratmeilen ausbreiten; wie diess z. B. in Schweden, und in einem grossen Theile von Russland und Nordamerika der Fall ist. Bei solcher Lagerung hat zwar ihr ursprüngliches Niveau, nicht aber ihre ursprüngliche Architektur eine wesentliche Aenderung erfahren, indem der betreffende Theil der Erdoberfläche, oder richtiger gesagt, des ehemaligen Meeresgrundes

allerdings bis zu einer grösseren oder geringeren Höhe über den Meeresspiegel herausgetreten ist, ohne dass jedoch die geringsten Störungen oder Verschiebungen der Schichten Statt fanden. Es war nur ein ganz allmäliges und ruhiges, von säcularen Bewegungen (I, 247 und 396) verursachtes Emporschwellen in verticaler Richtung, vielleicht auch eine in entfernten Regionen des Oceans eingetretene allgemeine Senkung und Vertiefung, durch welche jene, zum Theil erstaunlich grossen Areale des ältesten Meeresgrundes in Festland verwandelt wurden. Daher liegen denn die Schichten dieser marinen Sedimente noch so horizontal und ungestört über einander, wie sie ursprünglich abgesetzt worden sind, und bei ihrem Anblicke erinnert uns Nichts an die ungeheuren Kräfte, welche bei jenen säculären Hebungen oder Senkungen in Wirksamkeit waren.

Allein in sehr vielen, ja man kann wohl sagen, in den meisten Gegenden ihres Vorkommens bieten die Uebergangsformationen ganz andere Erscheinungen dar, so dass wir bei dem ersten Eintritte in ihr Gebiet an die gewaltsamsten Dislocationen ihrer Schichten und an alle jene verschiedenartigen Störungen des ursprünglichen Gebirgsbaus erinnert werden, wie solche im ersten Bande Seite 969 ff. im Allgemeinen zur Sprache gebracht worden sind. In solchen Gegenden sind die ursprüngliche Lagerungsform und Architektur total verschwunden, und, an die Stelle von horizontalen, stetig ausgebreiteten Decken sind steile oder vertical aufgerichtete, gewundene, gefaltete und gestauchte, oft durch Verwerfungsspalten aus einander gezogene, oder auf andere Weise zerrissene Schichtensysteme getreten. Bisweilen waltet dabei noch eine Art von grandioser Einfachheit, indem entweder ein paralleler, durch meilenweite Distanzen unausgesetzt nach derselben Weltgegend hin einfallender Schichtenbau (I, 921) verfolgt, oder auch der ganze Bau auf das Schema einer einzigen, grossartigen Mulde zurückgeführt werden kann. In anderen Fällen aber wird die Architektur im höchsten Grade verwickelt, indem Mulden und Sattel von den verschiedensten Dimensionen und Formen mit antiklinen und synklinen, mit senkrechten, fächerförmigen und giebelförmigen Zonen abwechseln, so dass in den Profilen solcher Schichtensysteme die wunderbarsten Lineamente hervortreten.

Zugleich mit diesen Aufrichtungen, Windungen und Faltungen des Schichtenbaues, welche uns nicht nur auf innere Convulsionen, sondern geradezu auf Verschiebungen, auf förmliche Translocationen der, oft viele tausend Fuss mächtigen Massen verweisen, stellt sich in vielen (wenn auch nicht in allen) Gegenden jene räthselhafte Erscheinung der transversalen Schieferung und Plattung ein (I, 996) durch welche uns zwar die eigentliche Schichtung mehr oder weniger maskirt,

aber mitten in dem Wirrwarr und der Manchfaltigkeit des Schichtenbaues eine wunderbare neue Ordnung und Einheit der innersten Structur enthüllt wird. Ja, diese transversale Schieferung ist gerade für die Uebergangsformationen eine besonders charakteristische Erscheinung, welcher wir in ihrem Gebiete häufiger und regelmässiger begegnen, als im Gebiete irgend einer anderen, älteren oder jüngeren Formation.

In solcher Art finden wir die Lagerung und Architektur der Uebergangsformationen z. B. im grössten Theile von England und Schottland; in der Apalachischen Gebirgskette Nordamerikas; in Belgien, Rheinpreussen, Westphalen und Nassau; am Harze, am Thüringer Walde, in Oberfranken und Sachsen; in Böhmen, im südlichen Norwegen, am Westabfalle des Urals, und in sehr vielen anderen Ländern. Nur müssen wir es nochmals hervorheben, dass die transversale Schieferung zwar in vielen, aber keinesweges in allen den genannten Gegenden eine so allgemeine und durchgreifende Rolle spielt, wie diess wohl bisweilen vorausgesetzt worden ist. Ihre Ausbildung war vielleicht an die Bedingung geknüpft, dass die Dislocationen des betreffenden Schichtensystems bald nach seiner Bildung und noch im Zustande seiner Submersion erfolgten; abgesehen davon, dass die Ursachen zu jenen ungeheuren Lateralpressungen, durch welche sie hervorgebracht wurde (I, 999), nicht überall vorhanden gewesen sein mögen.

Drittes Kapitel.

Organische Ueberreste und Eintheilung der Uebergangsformationen.

§. 320. *Allgemeine paläontologische Uebersicht.*

Wir haben uns bisher mit den Uebergangsformationen überhaupt beschäftigt, ohne dabei Rücksicht auf ihre Formations-Verschiedenheit zu nehmen, und müssen jetzt noch diesem Verhältnisse unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Nach ihrer Lagerungsfolge und nach ihren organischen Ueberresten lassen sich nämlich diese mächtigen Massen der ältesten Sedimentgesteine in zwei Formationen, in eine ältere und eine jüngere Formation trennen, für welche die von Murchison vorgeschlagenen Namen silurische und devonische Formation ganz allgemeinen Eingang gefunden haben.

Da nun bei der Begründung und Anwendung dieser Eintheilung den paläontologischen Charakteren der Vorrang gebührt, weil die genannten Formationen gar häufig eine so grosse petrographische Aehnlichkeit besitzen, dass da, wo beide in concordanter Lagerung auf einander folgen, oder wo blos eine derselben ausgebildet ist, eine Tren-

nung beider, oder eine Bestimmung der einzelnen, mit Sicherheit fast nur durch die organischen Ueberreste gewährleistet wird, so dürfte der Eintheilung der Uebergangsformationen ein allgemeiner Ueberblick ihrer paläontologischen Charaktere überhaupt vorauszuschicken sein.

Zuvörderst muss bemerkt werden, dass mächtige und weit ausgedehnte Etagen der Uebergangsformation oft sehr arm, nicht selten ganz leer an organischen Ueberresten sind, während andere Etagen, besonders aber gewisse mehr untergeordnete Gebirgsglieder einen grossen Reichthum von Fossilien beherbergen. Wenn nun auch jene Armuth, oder jener gänzliche Mangel an Thier- und Pflanzenresten, einerseits aus der grossen Meerestiefe, in welcher die betreffenden Schichtensysteme abgesetzt wurden, anderseits aus dem Umstande zu erklären ist, dass die organische Welt nicht gleich überall zur Entwickelung und Verbreitung gelangte, so sind wir doch nicht in allen Fällen zu der Folgerung berechtigt, dass wirklich noch gar keine Organismen vorhanden waren; denn in gar vielen Fällen dürfte jener Mangel darin begründet sein, dass die damals vorhandenen Organismen ihrer Natur nach gar nicht geeignet waren, erkennbare Ueberreste zu hinterlassen.

Das Meer kann z. B. von Medusen, Actinien und anderen nackten Polypen, von dergleichen Cephalopoden und mancherlei sonstigen Thieren bevölkert gewesen sein, deren weiche, gallertartige und fleischige Körper durchaus nicht fähig waren, in Abdrücken oder Petrefacten irgend ein Monument ihres Daseins zu hinterlassen, während doch die bei ihrer Verwesung gelieferte organische Substanz ein mehr oder weniger reichliches Ingrediens derjenigen Schichten gebildet haben dürfte, welche auf dem damaligen Meeresgrunde zum Absatze gelangten. Die dunkelgraue und schwarze Farbe, die kohlige und bituminöse Beschaffenheit so vieler fossilfreier Schichten der Uebergangsformationen mag wohl grossentheils aus einer solchen Imprägnation mit aufgelösten organischen Verwesungsproducten zu erklären sein.

Wo aber die organischen Ueberreste noch deutlich zu erkennen sind, da ist es doch gar häufig nur die auf das Gestein übertragene Form, welche als Abdruck oder als Steinkern eine solche Erkennung ermöglicht; namentlich pflegen in den Grauwacken, Sandsteinen und Schiefern weit öfter blose Abformungen, als wirkliche Versteinerungen vorzukommen, während diese letzteren vorzugsweise in den Kalksteinen und Mergeln zu Hause sind, obwohl auch diese Gesteine zuweilen, und die Dolomite fast immer nur Kerne und Abdrücke umschliessen. Im Allgemeinen aber pflegen die Pflanzenreste mehr auf die Sandsteine und Schiefer, die Thierreste mehr auf die Kalksteine gewiesen zu sein.

Was nun zunächst das Pflanzenreich dieser ältesten Perioden betrifft, so finden sich namentlich Fucoiden (I, 833) oft in grosser

Menge, aber freilich meist nur in undeutlichen Abdrücken und Abgüssen, die zuweilen nur wie verzweigte Wülste auf den Schichtungsflächen ausgebreitet sind. In den oberen Etagen der devonischen (weit seltener in der silurischen) Formation treten aber auch manche andere Pflanzenformen, zumal aus den Ungerschen Classen der Calamarien, Farnkräuter und Selagines auf, welche der Uebergangsformation theils eigenthümlich, theils mit der Steinkohlenformation gemein sind. Desungeachtet ist die Zahl der bis jetzt aus den Uebergangsformationen überhaupt bekannten und einigermaassen bestimmbaren Pflanzenformen noch gering, und nach Göppert einstweilen nur auf etwa 60 Species zu veranschlagen, welche grösstentheils der devonischen Formation angehören; (Neues Jahrb. für Min. 1847, 685 und 1849, 138).

Fucoiden kennt man an vielen Orten in der silurischen Formation Englands, Böhmens und Nordamerikas, auch in der devonischen Formation des Harzes u. a. Gegenden; man hat ihnen erst in der neueren Zeit die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Von den übrigen Pflanzen erwähnen wir *Knorria imbricata*, *K. Jugleri, Calamites transitionis Göpp.* und *C. tuberculatus Göpp.* als solche, welche der devonischen Formation eigenthümlich sind, wogegen z. B. *Stigmaria ficoides*, *Sagenaria aculeata Presl, Calamites cannaeformis Schloth.* und viele andere auch in der Steinkohlenformation auftreten. — Wo sich diese und andere Pflanzen in grosser Menge finden, da werden sie bisweilen von Steinkohlenflötzen begleitet, die aus ihrer Anhäufung hervorgegangen sind; in der silurischen Formation mögen manche Anthracitflötze durch Fucoiden gebildet worden sein.

Weit reicher sind die Uebergangsformationen an Ueberresten von Thieren, wie sich schon aus der folgenden kurzen Uebersicht ergiebt.

1) Infusorien und Amorphozoen. Selbst die kleinsten Formen der Thierwelt, die Infusorien, sind durch Ehrenberg in den Schichten der Uebergangsformation nachgewiesen worden; Amorphozoen oder Spongien kommen selten vor; von den, ihrer zoologischen Stellung nach etwas räthselhaften Formen, *Receptaculites Neptuni* und *Pleurodictyum problematicum*, findet sich die erstere in beiden Formationen, die zweite nur in der devonischen Formation.

2) Polypen. Unter den Polypen sind zuvörderst die Graptolithen (I, 864) äusserst bezeichnend für die silurische Formation, in welcher sie bis jetzt ausschliesslich gefunden wurden.

Barrande hat neulich eine vortreffliche Monographie der Böhmischen Graptolithen geliefert, in welcher er ausser dem, in die beiden Subgenera *Monoprion* und *Diprion* zerfallenden Genus *Graptolithus* auch noch die Geschlechter *Rastrites* und *Gladiolites* aufstellt; man verdankt ihm, so wie den

Engländern Salter, M'Coy und Harkness die neuesten Bearbeitungen und Bestimmungen dieser merkwürdigen Familie*).

Was die eigentlichen Steinkorallen betrifft, so sind mehre Species von *Fenestella* und *Gorgonia*, auch einige von *Stromatopora* und *Lithodendron*, ganz vorzüglich aber die Geschlechter *Cyathophyllum*, *Cystiphyllum*, *Calamopora*, *Aulopora*, *Syringopora* und *Catenipora* von Wichtigkeit; das letztere insbesondere ist charakteristisch für die Silurformation.

3) Strahlthiere; unter ihnen erlangen besonders die Krinoiden eine grosse Bedeutung, weil ihre Ueberreste mitunter zu ganzen Schichten angehäuft sind; *Cyathocrinus* und *Actinocrinus* finden sich in mehren Species innerhalb beider Formationen, während *Platycrinus*, *Cupressocrinus* und *Melocrinus* mehr auf die devonische Formation beschränkt, *Echinosphaerites* aber und die verwandten Formen durchaus silurisch sind.

4) Mollusken. Hier sind besonders die Brachiopoden durch die Manchfaltigkeit ihrer Formen, und durch die grosse Menge der Individuen ausgezeichnet; die Conchiferen sind verhältnissmässig weniger zahlreich vertreten, scheinen aber doch schon in der devonischen Formation häufiger zu werden. Einige der wichtigsten Geschlechter von monomyaren Conchiferen sind *Pterinea*, *Avicula*, *Posidonomya*, *Inoceramus* und *Pecten*, so wie von dimyaren: *Lucina*, *Cardiola*, *Orthonota*, *Nucula*, *Megalodon*, *Sanguinolaria* (zumal *S. angustata Phill.* und *sulcata Münst.*) und mehre andere, deren Species grossentheils der devonischen Formation angehören.

Man kennt schon eine grosse Anzahl von silurischen und devonischen Terebrateln, welche zum Theil beiden Formationen gemein und dann ausserordentlich verbreitet sind; *Terebratula Wilsoni* findet sich in Russland, Schweden, England und Nordamerika, *T. reticularis* und *aspera* werden fast aus allen Ländern erwähnt, wo die Uebergangsformationen existiren, und *T. concentrica* so wie *T. ferita*, zwei ausschliesslich devonische Species, sind aus den verschiedensten Gegenden bekannt. *Stringocephalus Burtini* ist eben so exclusiv devonisch, als die meisten Species von *Pentamerus* fast nur silurisch genannt werden können. Das Genus *Spirifer* ist in der silurischen Formation weniger, in der devonischen Formation sehr zahlreich vertreten, obwohl es das Maximum seiner Entwickelung erst in der Steinkohlenformation erreicht; manche seiner Species gewinnen eine ausserordentliche Verbreitung, wie denn z. B. *Spirifer speciosus* in Europa, am Ural und am Cap der guten Hoffnung vorkommt, *Sp. macropterus* aber schon in allen fünf Erdtheilen

*) Ich kann daher nur bedauern, dass Tafel I des, diesem Lehrbuche beigegebenen Atlas bereits lithographirt war, als mir diese Arbeiten bekannt wurden.

nachgewiesen ist. *Orthis* ist ein vorwaltend silurisches Geschlecht, obwohl es auch in der devonischen Formation noch viele Species zählt, und in einigen Species noch höher hinaufreicht; *O. callactis*, ein ausschliessliches Eigenthum der Silurformation, ist in England, Scandinavien, Russland, Neu-York und Südafrica bekannt, und auch andere Species besitzen eine grosse Verbreitung. Eben so ist *Leptaena* in der Mehrzahl seiner Species silurisch; die Species *L. depressa* gehört auch der devonischen und sogar noch der carbonischen Formation an. *Chonetes* ist nur mit 2 Species in der silurischen, und mit 9 Species in der devonischen Formation bekannt, während das in der Kohlenformation so ausserordentlich entwickelte Geschlecht *Productus* in der silurischen Formation nur durch 3, in der devonischen Formation aber nach Koninck nur durch 4 Species vertreten wird*). *Calceola sandalina* ist sowohl in Europa wie in Amerika als eine ausgezeichnete devonische Form bekannt, während einige Species von *Lingula* so wie *Obolus Apollinis* in den ältesten silurischen Sandsteinen mancher Gegenden eine wichtige Rolle spielen.

Unter den Gasteropoden sind vor allen die Geschlechter *Euomphalus*, *Pleurotomaria* und *Murchisonia*, nächst ihnen aber *Turbo*, *Natica*, *Buccinum* und *Loxonema* zu erwähnen; unter den Pteropoden erlangen einige Species von *Conularia*, das Genus *Creseis* und ganz vorzüglich die Tentaculiten eine grosse Wichtigkeit, während die Heteropoden durch das Geschlecht *Bellerophon* vertreten werden, von welchem viele, nur zum kleineren Theile gemeinschaftliche Species in der silurischen und devonischen Formation vorkommen, obwohl auch dieses Genus erst in der Steinkohlenformation seinen grössten Reichthum an Species entfaltet.

Eine sehr bedeutende Rolle spielen die Cephalopoden. Obgleich die eigentlichen Ammoniten noch gänzlich ausgeschlossen und von *Nautilus* nur wenige Species bekannt sind, so erscheinen dagegen als höchst charakteristische Formen die Orthoceren, deren zahlreiche Species auf beide Formationen ziemlich gleich vertheilt sind, und ihnen nur zum kleineren Theile gemeinschaftlich angehören. Das Geschlecht *Cyrtoceras* ist vorwaltend devonisch, während *Lituites* durchaus, *Phragmoceras* aber hauptsächlich silurisch ist. Die sparsamen *Nautili* und die noch ganz fehlenden Ammoniten werden durch die Genera (oder wenigstens Subgenera) *Clymenia* und *Goniatites* ersetzt, welche beide ganz vorzüglich für die devonische Formation bezeichnend sind, obwohl die Goniatiten auch noch in der Steinkohlenformation eine sehr wichtige Rolle spielen.

5) Anneliden. Unter ihnen sind der silurische *Cornulites serpularius* und einige Serpuliten, so wie die unter den Namen *Myria-*

*) Mac-Coy hat in der Silurformation Irlands zwei, und Davidson bei Dudley eine Species von *Productus* nachgewiesen.

nites, *Nereites* und *Trachyderma* aufgeführten Formen aus der silurischen Periode hervorzuheben.

6) Crustaceen. Sie werden wesentlich durch die zahlreiche Familie der Trilobiten repräsentirt, deren merkwürdige, aber im Allgemeinen (d. h. als Trilobiten) leicht erkennbare Formen ganz vorzüglich für die silurische, zum Theil auch für die devonische Formation im hohen Grade bezeichnend sind; denn nur wenige, einem besonderen Geschlechte angehörige Trilobiten erscheinen noch in der Steinkohlenformation, während sich höher aufwärts keine Spur mehr von ihnen findet. Nächst den Trilobiten sind noch *Cytherina* und *Beyrichia* ein paar Geschlechter von kleinen Crustaceen, die stellenweise sehr angehäuft vorkommen; (Cytherinenschiefer in Nassau und am Harze).

7) Fische. Von Wirbelthieren sind nur Fische*) zu erwähnen, welche in den oberen Etagen der silurischen Formation beginnen, in gewissen Regionen der devonischen Formation aber, wie z. B. in Schottland und Russland, unter vielerlei ganz seltsamen Formen auftreten.

Aus der von Bronn im Jahre 1849 mitgetheilten Statistik der Fossilien ergiebt sich für die Zahlen der bekannten silurischen und devonischen Species folgende Uebersicht:

Man kennt von	untersilurische	obersilurische	devonische
Zellenpflanzen	?	?	6
Gefässpflanzen	—	—	49
Amorphozoen	1	13	9
Bryozoen	12	61	56
Anthozoen	17	84	81
Krinoiden	6	65	82
Brachiopoden	151	148	131
Pelecypoden	25	69	287
Pteropoden	1	10	13
Heteropoden	10	24	28
Protopoden	—	—	4
Gasteropoden	38	71	246
Cephalopoden	35	94	270
Anneliden	4	7	8
Crustaceen	214	257	86
Cirripeden	—	—	1
Fischen	—	7	110
in Summa	514	910	1466

*) Neuerdings hat Lea im *old red sandstone* Pennsylvaniens Fusstapfen eines dem *Chirotherium* ähnlichen Reptils entdeckt, welchem er vorläufig den Namen *Sauropus primaevus* ertheilt. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, 261. Es

Man kennt daher sowohl in der silurischen, als auch in der devonischen Formation bereits über 1400 Species, von welchen jedoch nicht wenige beiden Formationen gemeinschaftlich zukommen, so dass die Totalsumme aller in den Uebergangsformationen bekannten Pflanzen- und Thierreste nur etwa auf 2800 zu veranschlagen sein dürfte.

§. 321. *Unterscheidung der silurischen und devonischen Formation.*

Schon lange war in Teutschland und Frankreich das Bedürfniss empfunden und auch mancher Versuch gemacht worden, im Bereiche der Uebergangsformation gewisse Formations-Unterschiede geltend zu machen, wobei man jedoch lediglich die Lagerungsverhältnisse berücksichtigte, die Fossilien aber ganz unbeachtet liess, obwohl Hisinger schon im Jahre 1826 die Möglichkeit einer auf paläontologische Merkmale gegründeten Unterscheidung dargethan hatte, indem er zeigte, dass die in Schweden, einerseits auf dem Festlande, anderseits auf der Insel Gottland vorfindlichen Schichten der Uebergangsformation, ihren Versteinerungen zufolge, nothwendig getrennt, und als eine ältere und eine jüngere Bildung unterschieden werden müssten.

Am Harze machte Lasius bereits im Jahre 1789, Jasche im Jahre 1815 und Keferstein im Jahre 1830 einen Unterschied zwischen älterem und jüngerem Uebergangsgebirge; in Nassau unterschied Stifft im Jahre 1831 drei, und in Ungarn Beudant schon 1822 zwei Abtheilungen der Uebergangsformation; auch hat Elie-de-Beaumont seit 1833 in seinen Vorlesungen, und Burat im Jahre 1834 in seinem *Traité de Géognosie* eine dreifache Eintheilung der Uebergangsformation geltend zu machen versucht.

Mit der Arbeit von Hisinger wurde eigentlich die genauere paläontologische Untersuchung und Classification dieser ältesten, fossilhaltigen Sedimentformationen eröffnet. Aber erst mit dem Jahre 1833 beginnt jene denkwürdige Periode, welche eine neue und ganz ausserordentliche Thätigkeit in der Erforschung der Uebergangsformation, zuerst in England, später in vielen anderen Ländern Europas, sowie in Nordamerika hervorrief, und, bei einer vorzugsweisen Berücksichtigung der paläontologischen Charaktere, zu so unerwarteten Resultaten gelangen liess, dass sich bald eine totale Reform der Lehre vom Uebergangsgebirge als unvermeidlich herausstellte. Was nämlich bis dahin theils unter diesem Namen, theils unter dem Namen Grauwackengebirge als eine Formation betrachtet und auf-

wäre diess der erste Nachweis von Reptilien im Gebiete der Uebergangsformationen; nach H. Rogers gehört jedoch dieser Sandstein zur Steinkohlenformation. Dagegen fand Logan im unteren silurischen Sandstein Canada's Fusstapfen, welche nach Owen von einer Land- oder Fluss-Schildkröte abstammen; (*Lyell, anniv. adress* 1851, *p.* 59).

geführt worden war, das wurde damals zunächst in drei Formationen getrennt, welche die Namen des cambrischen, silurischen und devonischen Systems erhielten*).

Von dem sogenannten cambrischen Systeme, mit dessen Erforschung und Feststellung sich besonders Sedgwick beschäftigte, ist es nun freilich durch neuere Untersuchungen etwas zweifelhaft geworden, ob solches wirklich als eine selbständige paläozoische Formation betrachtet werden kann, weil seine oberen Etagen dieselben organischen Ueberreste enthalten, wie die tieferen Schichten der Silurformation, während seine unteren Etagen aus fossilfreiem Thonschiefer, Chloritschiefer und dergleichen bestehen. Die meisten Englischen Geologen haben daher das cambrische System, als eine besondere paläozoische Formation, wiederum aufgegeben; wollte man also diesen Namen beibehalten, so würde darunter fast nur die alte, versteinerungsleere Schieferformation zu verstehen sein.

Indessen ist die Controverse über das Sein oder Nichtsein einer selbständigen cambrischen Formation noch nicht gänzlich beendigt. Während Murchison und Andere die Selbständigkeit derselben noch in der neuesten Zeit läugnen, und die Ansicht geltend machen, dass die ausserordentliche Mächtigkeit der betreffenden Schichtensysteme gar nichts entscheiden könne, so lange keine paläontologischen Unterschiede nachzuweisen sind, so beharrt Sedgwick bei seiner entgegengesetzten Ansicht, indem er die Wichtigkeit grosser und selbständiger petrographischer Gruppen *(physical groups)* und die theilweise Eigenthümlichkeit der organischen Ueberreste hervorhebt. *(Quarterly Journal of the geol. soc. IV*, 1848, *p.* 216 f.) Auch Sharpe scheint sich für die Beibehaltung der cambrischen Formation zu erklären, indem er ihre grosse Mächtigkeit, ihre Armuth an Fossilien, und ihre Lagerung unter der Silurformation als unterscheidende Merkmale von dieser letzteren betrachtet; (*ib. II*, *p.* 283 ff.)

Das silurische System aber ist in England von seinem Begründer, Roderick Impey Murchison, zuerst im Jahre 1833 fixirt, zwei Jahre später unter seinem gegenwärtigen Namen eingeführt, und endlich im Jahre 1839, in dem berühmten Werke *The Silurian System*, sehr ausführlich beschrieben worden. Diese bewundernswerthe Arbeit erregte natürlich auch ausserhalb England die allgemeine Aufmerksamkeit der Geologen, und hatte bald die Erkennung und Nachweisung der silurischen Formation nicht nur in den meisten Ländern Europas, sondern auch in anderen Erd-

*) Diese Namen beziehen sich auf diejenigen Gegenden Englands, wo die betreffenden Formationen besonders entwickelt sind. Die cambrische Formation ist nämlich ganz vorzüglich in Wales und Cumberland, oder im Lande der ehemaligen Cambrer, die silurische Formation eben so im Lande der ehemaligen Silurer zu Hause, während die devonische Formation besonders in Devonshire entwickelt ist.

theilen zur Folge. In Norwegen, Schweden und Russland, in Irland, Frankreich, Spanien und Sardinien, in Galizien und Böhmen, in den östlichen Alpen und am Thüringer Walde, in Sibirien, Nordamerika, Südamerika, Afrika und Neusüdwales ist gegenwärtig die silurische Formation als das erste Glied der grossen Reihe von fossilhaltigen Formationen nachgewiesen worden; fast überall durch denselben allgemeinen Habitus seiner Gesteine, durchgängig aber durch denselben allgemeinen Typus seiner organischen Ueberreste charakterisirt; wie diess insbesondere die herrlichen Arbeiten von Murchison, Verneuil, James Hall, Barrande u. A. gezeigt haben.

Wenn schon die von England ausgegangene Fixirung der Silurformation ein allgemeines und hohes Interesse erregte, so musste dieses Interesse durch die Aufstellung der devonischen Formation auf das Höchste gesteigert, zugleich aber auch die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Kritik und Revision alles Dessen dargethan werden, was jemals über das Uebergangsgebirge gesagt und geschrieben worden war.

Bis zum Jahre 1839 pflegte man nämlich in England die älteren Sedimentformationen dergestalt zu gruppiren, dass man auf das Uebergangsgebirge, in seinen beiden Abtheilungen des weiland cambrischen und des silurischen Systems, die Steinkohlenformation folgen liess, als deren unterste Etage der sogenannte *old red sandstone*, eine vom Rothliegenden Teutschlands wesentlich verschiedene Sandsteinbildung, betrachtet wurde. Diese Classification ist nun von Murchison, in seinem Werke über das silurische System, wesentlich dahin abgeändert worden, dass der *old red sandstone* nicht mehr dem Steinkohlengebirge zugerechnet, sondern als eine selbständige Bildung, als ein für sich bestehendes System in der Reihe der paläozoischen Formationen aufgeführt wird. Schon die erstaunliche, in Herefordshire z. B. bis 10000 Fuss betragende Mächtigkeit dieses alten rothen Sandsteins schien ihm eine gewisse Selbständigkeit zu vindiciren; dazu gesellten sich die ganz eigenthümlichen organischen Ueberreste, unter welchen besonders die von Fischen eine sehr wichtige Rolle spielen.

Dass die Sandsteine, Conglomerate und Schieferthone des *old red sandstone* bisweilen den Grauwacken und Grauwackenschiefern ganz ähnlich werden, und dass für ihn, bei concordanter Auflagerung, nach unten oft ein ganz allmäliger Uebergang und eine sehr innige Verknüpfung mit der Silurformation Statt findet, diess war schon aus den früheren Arbeiten von Conybeare und Buckland bekannt. Alle diese Thatsachen, ganz vorzüglich aber die specifische Verschiedenheit der meisten Fossilien sowohl von denen der silurischen Formation, als auch von denen des Kohlenkalksteins bestimmten daher Murchison, zum ersten Male das gewichtige Wort auszu-

sprechen, dass der *old red sandstone* als eine selbständige Formation, als ein eigenthümliches System zwischen der silurischen Formation und der Steinkohlenformation betrachtet werden müsse.

Bis hierher war diese neue Ansicht wohl plausibel genug, um kein besonderes Befremden erregen zu können; allein bei ihrer weiteren Fortbildung führte sie auf so unerwartete Folgerungen, dass es bald den Anschein gewann, als ob ein grosser Theil auch des Grauwacken- und Schiefergebirges in den Bereich des alten rothen Sandsteins gezogen werden müsse. In der That wurde das Schiefergebirge von Devonshire, dann auch das angränzende Schiefergebirge von Cornwall als eine aequivalente oder gleichzeitige Bildung des *old red sandstone* erkannt, und damit eine der auffallendsten Aenderungen in der Classification der Englischen Formationen proclamirt. Denn auffallen musste es wahrlich, dasselbe Schiefergebirge, welches man noch vor wenigen Jahren als ein Glied der primitiven Formation betrachtet hatte, jetzt für gleichzeitig mit einer Sandsteinbildung erklärt zu sehen, welche noch kurz vorher zur Steinkohlenformation gerechnet worden war.

Das vorwaltend aus Schiefer (*killas*) bestehende Cornwaller Gebirge ist längere Zeit ein Gegenstand der Discussion gewesen. Berger erklärte es schon im ersten Bande der Schriften der Londoner geologischen Gesellschaft für Grauwackengebirge; dagegen behauptete Mohs, dass er nirgends in Cornwall wirkliche Grauwacke und ächten Grauwackenschiefer gesehen habe. Auch Hawkins erklärte sich entschieden gegen Berger's Ansicht, und berief sich auf Werner's Urtheil, welcher eine ihm übersendete Suite von Killas für ächten und charakteristischen Urthonschiefer erkannt habe; eben so nahm Carne den Cornwaller Schiefer gegen die Zumuthung in Schutz, dass er nicht primitiv sei, obwohl er das Vorkommen von Grauwacke zugab. In einem im Jahre 1823 erschienenen Aufsatze über die Geologie von Cornwall und Devonshire unterschied Conybeare eine untere und eine obere Abtheilung des dortigen Schiefergebirges, welche letztere von den meisten Geologen Grauwacke genannt werden dürfte; damit erklärte sich Boase im Jahre 1832 ganz einverstanden. Endlich stellte De-la-Beche in seiner trefflichen Beschreibung von Cornwall und Devonshire vom Jahre 1839 den grössten Theil des dasigen Schiefergebirges als Grauwackenformation auf, während er einen andern Theil der Steinkohlenformation zuwies. In demselben Jahre sprachen Murchison und Sedgwick, auf den Grund einer früheren Bemerkung von Lonsdale und in Folge eigener Untersuchungen, eine Ansicht aus, welche, im Allgemeinen mit der von De-la-Beche übereinstimmend, die Sache noch weiter zu treiben schien. Es hatte nämlich Lonsdale schon im Jahre 1837, gestützt auf eine genaue Prüfung der Versteinerungen aus den Kalksteinlagern von Süd-Devonshire, die überraschende Folgerung gezogen, dass das dasige Schiefergebirge mit dem *old red sandstone* Nord-Englands zu parallelisiren sei. Diese Folgerung wurde nun aber durch die genauen Untersuchungen von Murchison und Sedgwick nicht nur bestätigt, sondern auch noch für das ganze Schiefer- und

Grauwackengebirge von Nord-Devonshire und Cornwall geltend gemacht, während die Schichten von Mittel-Devonshire auch von diesen Geologen der Steinkohlenformation zugewiesen wurden.

Natürlich konnte nun der Name *old red sandstone* nicht mehr passend für eine Formation erscheinen, welche zwar in Schottland und Herefordshire vorwaltend als Sandstein, in Devonshire und Cornwall dagegen vorwaltend als Schiefer und Grauwacke ausgebildet ist. Murchison und Sedgwick schlugen daher für sie den Namen devonisches System vor.

Kaum waren diese sehr wichtigen Resultate auf dem Continente bekannt worden, so gelangte man zu der Ueberzeugung, dass auch ein grosser Theil des dortigen Grauwacken- und Schiefergebirges, sowohl nach seiner Lagerung als nach seinen Versteinerungen, der devonischen Formation zugerechnet werden müsse; und gegenwärtig unterliegt es gar keinem Zweifel mehr, dass das Belgische, Rheinpreussische und Westphälische, das Harzer, Nassauer, Oberfränkische, Thüringische und Sächsische Grauwackengebirge, wo nicht gänzlich, so doch grösstentheils zur devonischen Formation gehören. — Nach denselben beiden Kriterien wurde diese Formation auch in vielen anderen Ländern nachgewiesen; Murchison, Verneuil und Keyserling erkannten sie in Russland über einen Raum von mehr als 6000 geogr. Quadratmeilen; in Transkaukasien wie am Altai, in Nord- wie in Südamerika und in Australien, überall ist es an dem sicheren Leitfaden der organischen Ueberreste gelungen, die devonische Formation aufzufinden.

§. 322. *Uebersicht der wichtigsten Fossilien der silurischen Formation.*

Es kann natürlich gar nicht die Aufgabe eines Lehrbuchs der Geognosie sein, bei den einzelnen Sedimentformationen die Hunderte oder Tausende von Fossilien, welche in ihren Schichten vorkommen, in Beschreibungen und Abbildungen vorzuführen; allein eine Aufzählung und bildliche Darstellung der wichtigsten dieser Fossilien, also derjenigen, welche vermöge der Häufigkeit und Allgemeinheit ihres Vorkommens als besonders charakteristische Leitfossilien (S. 35) hervortreten, kann bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft auch in einem Lehrbuche nicht füglich vermisst werden. Wir wollen daher in diesem und dem folgenden Paragraphen versuchen, eine solche Uebersicht für die silurische und die devonische Formation zu geben, wobei wir uns jedoch wesentlich nur auf diejenigen Species beschränken werden, welche auf

den Tafeln des mitfolgenden Atlas abgebildet sind *). Die paläontologische Verschiedenheit beider Formationen wird sich selbst aus dieser kleinen Anzahl von Species hinreichend zu erkennen geben, zugleich aber wird die oben (S. 27 f.) aufgestellte Behauptung schon hier ihre Bestätigung finden, dass gar manche Species zweien, unmittelbar auf einander folgenden Formationen gemeinschaftlich angehören.

Als einige der wichtigsten silurischen Fossilien dürften die nachfolgend aufgezählten Species zu betrachten sein **).

1) Korallen.

Alveolites fibrosus Lonsd. < *I*, 1.
Graptolithus Ludensis Murch. *I*, 2 ist identisch mit *G. priodon*.
† *Murchisoni Beck*, *I*, 3.
. *convolutus Portl.* *I*, 4, ist *Rastrites Barr.*
. *folium Portl.* *I*, 5.
† *sagittarius Linné*, *I*, 6.
. *priodon Gein.* *I*, 7, = *G. Ludensis.*
* *scalaris Linné*, *I*, 8.
Millepora repens His. *I*, 9.
Fenestella antiqua Lonsd. < *I*, 10, natürl. Grösse, *a* vergrössert.
. *prisca Lonsd.* < *I*, 11, natürl. Gr. *b* und *c* vergr.
Limaria fruticosa Stein. < *I*, 12, ein Zweig nat. Gr. *a* Zellen vergr. = *Coenites frut. Eichw.*
. *clathrata Stein.* < *I*, 13, ein paar Zweige, *a* Zellen vergrössert = *Coenites clathr. Eichw.*
Stromatopora concentrica Goldf. < *I*, 14, *a* Querschnitt, *b* derselbe vergr.

*) Wegen der in diesem Atlas getroffenen Auswahl der Species und Originale muss ich freilich die nachsichtige Beurtheilung der Herren Paläontologen in Anspruch nehmen. Mir selbst ist es bis jetzt nicht vergönnt gewesen, gründliche paläontologische Studien zu treiben, und der Mangel an literarischen Hilfsmitteln, welchem ich nur durch die freundliche Unterstützung Seitens der Bibliothek der Freiberger Bergakademie abzuhelfen vermochte, hat mir noch manches Werk unzugänglich gelassen, aus welchem vielleicht bessere Originale zu entlehnen gewesen wären. Auf eine Darstellung der wichtigsten Pflanzen musste ich verzichten, da sie zu viel Raum in Anspruch genommen und die Zahl der Tafeln zu sehr vergrössert haben würden.

**) Ein † vor dem Namen bedeutet, dass die entsprechende Species nur in der unteren Abtheilung, ein *, dass sie in beiden Abtheilungen der Formation vorkommt, während die ohne Kreuz oder Stern aufgeführten Species sich gewöhnlich nur in der oberen Abtheilung finden. Das Zeichen < soll ausdrücken, dass die betreffende Species auch noch weiter aufwärts in die devonische, das Zeichen << dagegen, dass sie durch die devonische bis in die carbonische Formation reicht. Die Zahlen hinter den Namen verweisen auf die Tafeln und Figuren.

† *Chaetetes Petropolitanus Lonsd. I*, 15 Fragment, *a* ein Stück vergr.
* *Aulopora serpens* < *Goldf. I*, 16.
* *Catenipora labyrinthica Goldf. I*, 17.
* *escharoides*, siehe Band I, S. 865.
* *Calamopora alveolaris Goldf.* < *I*, 18, bei *a* ein Fragment vergr.
* *Gothlandica Goldf.* < *I*, 19, ein Fragment.
* *fibrosa Goldf.* << *I*, 20, bei *a* ein ästiges Exemplar, *b* Röhren vergr.
. *spongites Goldf.* < *I*, 21.
. *polymorpha Goldf.* < *I*, 22, auch *VII*, 18.
Syringopora catenata Morr. < *I*, 23.
Cyathophyllum turbinatum Goldf. << *I*, 24, der Länge nach zerbrochen, um die innere Structur zu zeigen.
* *dianthus Goldf.* < *I*, 25, verschiedene Var.
* *caespitosum Goldf.* << *I*, 26, auch *VII*, 16.
. *quadrigeminum Goldf.* < *VII*, 14.
. *helianthoides Goldf.* < *VII*, 15.
. *vermiculare Goldf.* < *VII*, 17.
Cystiphyllum siluriense Lonsd. < *I*, 27 verkleinert, auch *VII*, 19.
* *Petraia bina Phill.* < *I*, 28; auch *VII*, 6 vergrössert.
* *Porites piriformis Lonsd.* < *I*, 29 Oberfläche, *a* Querschnitt; auch *VII*, 9.
Receptaculites Neptuni Defr. < *VII*, 21, kleines Exemplar.

2) Krinoiden.

† *Echinosphaerites aurantium Wahlenb. II*, 1.
Caryocystites granatum Buch, II, 2.
Cyathocrinus rugosus Mill. II, 3, ist *Crotalocrinus rug. Aust.*
Rhodocrinus quinquangularis Mill. II, 4 einzelnes Stielglied.
Actinocrinus moniliformis Phill. II, 5, ist *Periechocrinus costatus Aust.*

3) Brachiopoden.

Lingula cornea Sow. II, 6.
† *attenuata Sow. II*, 7.
. *quadrata Eichw. II*, 8, ist *L. Lewisii Sow.*
† *Obolus Apollinis Eichw. II*, 9 sehr häufig in Russland.
Orbicula rugata Sow. II, 10.
† *punctata Sow. II*, 11.
Terebratula bidentata Sow. II, 12.
* *reticularis Lin.* < *II*, 13.
. *aspera Defr.* < *X*, 1.
. *tumida Buch, II*, 14.
. *brevirostris Sow. II*, 15.
* *marginalis Dalm. II*, 16, = *T. imbricata Sow.*
. *deflexa Sow. II*, 17.

Terebratula navicula Sow. II, 18.
. nucula Sow. < II, 19.
. semisulcata Salter, II, 20.
. interplicata Sow. II, 21.
† unguis Sow. II, 22.
* borealis Schloth. II, 23, = T. plicatella Dalm.
. Wilsoni Sow. II, 24.
* Leptaena depressa Dalm. << II, 25, = L. rugosa Dalm.
* euglypha Dalm. II, 26, wird oft weit grösser.
. lepisma Dalm. II, 27.
† imbrex Buch, II, 28.
. transversalis Dalm. II, 29.
* sericea Sow. II, 30.
† Humboldti Vern. II, 31.
Chonetes cornuta Hall, II, 32, England und Nordamerika.
. striatella Kon. II, 33, = Orthis striatella und Leptaena lata; wird oft mit Ch. sarcinulata verwechselt, auch als Productus sarcinulatus aufgeführt.
† Pentamerus laevis Sow. III, 1, a und b Schale, c u. d Steinkern.
† oblongus Sow. III, 2, wird noch einmal so gross.
. Knightii Sow. III, 3, desgleichen.
. conchidium Brong. III, 4.
. galeatus Dalm. < III, 5.
* Orthis calligramma Dalm. III, 6.
* flabellulum Sow. III, 7.
† virgata Sow. III, 8.
† moneta Eichw. III, 9.
* callactis Dalm. III, 10.
* Actoniae Sow. III, 11.
† lata Sow. III, 12.
† testudinaria Dalm. III, 13.
* pecten Dalm. III, 14.
* orbicularis Sow. III, 15.
. lunata Sow. < III, 16.
† grandis Sow. III, 17, Steinkern, etwas verkleinert.
* elegantula Dalm. III, 18.
. hybrida Sow. III, 19.
† vespertilio Sow. III, 20.
* striatula Kon. << XVII, 3.
. umbraculum Buch << XVII, 1.
* resupinata Phill. << XVII, 4 = Spirifer resupinatus.
Spirifer trapezoidalis Buch, < IV, 1.
. didymus Buch, IV, 2.
* cyrtaena Salt. IV, 3.
. octoplicatus Sow. IV, 4; ob Var. von Sp. cristatus?
. crispus Buch << IV, 5; auch XVII, 5.
† lynx Eichw. IV, 6; ob Var. von Sp. biforatus?
. bilobus Morris IV, 7.

4) Conchiferen.

Cardiola fibrosa Sow. IV, 8.
. *interrupta Sow.* < *IV*, 9, auch *XI*, 1.
Pterinea planulata Conr. IV, 10; sehr verbreitet.
Orthonota retusa Phill. IV, 11; = *Cypricardia ret.*
. *solenoides Phill. IV*, 12; = *Cypric. sol.*
. *amygdalina Phill. IV*, 13; = *Cypric.* oder *Cucullaea am.*
. *impressa Phill. IV*, 14: = *Cypric. imp.*
. *cingulata Phill. IV*, 15.
Lunulicardium carpomorphum Dalm. < *IV*, 16.
Cucullaea antiqua Sow. < *IV*, 17.
Avicula lineata Sow. IV, 18.
. *retroflexa His. IV*, 19, halb verkleinert.
. *reticulata His. IV*, 20, = *Pterinea ret.* etwas verkl.
† *orbicularis Sow. IV*, etwas verkleinert.
† *obliqua Sow. IV*, 22, Steinkern, etwas verkleinert.

5) Gasteropoden.

Trochus helicites Sow. < *IV*, 23, Steinkern.
Loxonema sinuosum Phill. < *IV*, 24.
Nerita haliotis Sow. IV, 25.
† *Litorina striatella Sow. IV*, 26.
Murchisonia Lloydii Arch. IV, 27.
. *corallii Arch. IV*, 28.
Turbo corallii Sow. IV, 29.
. *carinatus Sow.* < *IV*, 30.
* *Euomphalus funatus Sow. V*, 1.
. *alatus Brogn. V*, 2.
. *sculptus Sow. V*, 3.
. *rugosus Sow. V*, 4.
† *Gualtieriatus Goldf. V*, 5.

6) Heteropoden.

Bellerophon dilatatus Sow. V, 6, halb verkleinert.
* *bilobatus Sow. V*, 7.
* *acutus Sow.* < *V*, 8.
. *globatus Sow.* < *V*, 9 und *XII*, 15.
. *trilobatus Sow.* < *V*, 10.
. *Urei Flem.* << *XVIII*, 3.

7) Pteropoden. Hierher gehören, ausser den, einigermaassen an Belemnitenscheiden erinnernden Species von Creseis und den Conularien, vielleicht auch die sogenannten Tentaculiten, welche jedoch Salter für Anneliden hält, während manche als blose Hilfsarme von *Cyathocrinus pinnatus* gedeutet worden sind.

Conularia cancellata Sandb. *VI*, 5.
Tentaculites tenuis Sow. *V*, 11, oft sehr angehäuft.
. *ornatus Sow.* < *V*, 12.
. *scalaris Schloth.* < *V*, 13; nach Goldfuss Hilfsarme von *Cyathocrinus pinnatus*; Salter hält diese Form nur für Steinkerne der nächstfolgenden Species
. *annulatus Schloth.* < *V*, 14.

8) Cephalopoden.

Orthoceras imbricatum Wahlenb. << *V*, 15.
. *Ludense Sow.* < *V*, 16.
* *annulatum Sow.* *V*, 17.
. *ibex Sow.* < *V*, 18, Steinkern.
. *cinctum Sow.* << *XIX*, 2.
. *lineatum His.* *V*, 19.
* *vaginatum Schloth.* *V*, 20.
. *gregarium Sow.* < *V*, 21.
. *regulare Schloth.* < *V*, 22.
† *duplex Wahlenb.* *V*, 23, Ansicht einer Kammerwand, wird noch viel grösser.
* *cochleatum Schloth.* *V*, 24, zwei Glieder des Sipho.
. *cinctum Sow.* << *XIX*, 2.
Gomphoceras piriforme Morris, *VI*, 1, um $^2/_3$ verkleinert.
Phragmoceras ventricosum Sow. *VI*, 2, um $^3/_4$ verkleinert.
Lituites lituus Montf. *VI*, 3, um die Hälfte verkleinert.
. *giganteus Sow.* *VI*, 4, um $^3/_4$ verkleinert.

9) Crustaceen.

Cytherina phaseolus His. *VI*, 6.
Beyrichia tuberculata Klöd. *VI*, 7, nat. Grösse und stark vergr.
Agnostus trinodus Salter, *VI*, 8.
* *pisiformis Brogn.* *VI*, 9, dreimal vergrössert.
Cheirurus speciosus Dalm. *VI*, 10, Schwanzschild.
Acidaspis Brightii Murch. *VI*, 11, desgleichen.
Phacops Hausmanni Emm. *VI*, 12, desgleichen, wird noch einmal so gross.
. *proavus Emm.* *VI*, 13, Umrisse von Kopf- und Schwanzschild.
. *Stokesii Milne Edw.* *VI*, 14.
. *Downingiae Murch.* *VI*, 15, Kopfschild und kleines Schwanzschild.
† *Ogygia Buchii Goldf.* *VI*, 16, halb mal verkleinert.
* *Calymene Blumenbachii Brong.* *VI*, 17, ausgestreckt und eingerollt.
* *punctata Dalm.* *VI*, 18, Schwanzschild, = *Cybele punctata Fletcher*.
. *brevicapitata Portl.* *VI*, 19.

† *Illaenus crassicauda Dalm. VI*, 20.
† *Trinucleus Caractaci Murch. VI*, 21, = *Tr. ornatus Sternb.*
Asaphus caudatus Brogn. VI, 22, = *Phacops caudatus.*
† *expansus Dalm. VI*, 23, Umriss des Schwanzschildes.
Sphaerexochus juvenis Salter, VI, 24, mittler Theil des Kopfschildes.
† *Conocephalus Sulzeri Schloth. VI*, 25, Kopfschild.
† *Ellipsocephalus Hoffii Schloth. VI*, 26, Kopfschild.
† *Paradoxides spinulosus Brogn. VI*, 27.
† *bohemicus Burm.* Bd. I, S. 892, halb verkleinert.
Homalonotus delphinocephalus Murch. Bd. I, S. 892, um ⅔ verkleinert.
. *Knightii Kön.* < *XIII*, 18, hintere Hälfte.

10) Anneliden.

• *Cornulites serpularius Schloth. VI*, 28, *a* natürliche Grösse, *b* vergrössert, ist nach Phillips sehr verbreitet in England.
† *Myrianites Macleayii Murch. VI*, 29, England, Thüringen.
† *Nereites cambrensis Murch. VI*, 30, England, Thüringen.
Trachyderma coriaceum Phill. VI, 31, Fragment.
Serpulites longissimus Murch. VI, 32, Fragment.

11) Fische. Sie kommen erst in der oberen Abtheilung der Silurformation vor, gehören zu den Placoiden und Ganoiden (I, 894), sind aber grösstentheils kleine Formen, was um so auffallender ist, da die lebenden Placoiden meist grosse Fische zu sein pflegen. Besonders wichtig ist das Geschlecht *Onchus*, von welchem die Species *O. Murchisoni*, *O. tenuistriatus* und *O. decorus* Ueberreste geliefert haben.

§. 323. *Uebersicht der wichtigsten Fossilien der devonischen Formation.*

Von den zahlreichen Fossilien der devonischen Formation heben wir die folgenden aus, unter denen sich die wichtigsten Leitfossilien mit befinden*).

1) Korallen.

Fenestella antiqua Lonsd. > *VII*, 1, *a* Bruchstück, *b* Zellen vergrössert.
. *arthritica Phill. VII*, 2, *a* Fragment, *b* Zellen vergr.
Petraia elongata Lonsd. VII, 3.
. *pluriradialis Phill. VII*, 4, daneben Lamelle vergrössert.

*) Das Zeichen > hinter dem Namen einer Species bedeutet, dass solche auch abwärts in der silurischen Formation existirt, während das Zeichen < das Vorkommen aufwärts in der Steinkohlenformation ausdrückt.

Petraia celtica Phill. VII, 5, nebst vergrösserten Lamellen.
...... *bina*, *Phill.* > *VII*, 6, vergrössert.
Amplexus coralloides? Röm. < *VII*, 7; besser *XIV*, 13.
....... *tortuosus Phill. VII*, 8, geöffnet, um die innere Structur erkennen zu lassen.
Porites piriformis Lonsd. > *VII*, 9, *a* ein birnförmiges Exemplar; *b* ein abgewitterter Theil der Oberfläche, vergrössert; vergl. auch *I*, 29.
Astraea Hennahii Phill. VII, 10.
...... *pentagona Blainv. VII*, 11.
...... *parallela Phill. VII*, 12.
Limaria fruticosa Stein. > *I*, 12.
...... *clathrata Stein.* > *I*, 13.
Cyathophyllum ananas Goldf. VII, 13.
........... *quadrigeminum Goldf.* > *VII*, 14, bei *a* Querschnitt einer Zelle.
........... *helianthoides Goldf.* > *VII*, 15, *a* Einzel-Exemplar, *b* gesellig verwachsene Individuen.
........... *caespitosum Goldf.* > *VII*, 16, auch *I*, 26.
........... *vermiculare Goldf.* > *VII*, 17, halb verkleinert.
........... *turbinatum Goldf.* > *I*, 24.
........... *dianthus Goldf.* > *I*, 25.
........... *ceratites Goldf.* < *XIV*, 10.
Calamopora polymorpha Goldf. > *VII*, 18; bei *a* eine einzelne Röhre, bei *b* Steinkern mehrer neben einander liegender Röhren; auch *I*, 22.
......... *alveolaris Goldf.* > *I*, 18.
......... *Gothlandica Goldf.* > *I*, 19.
......... *fibrosa Goldf.* >< *I*, 20.
......... *spongites Goldf.* > *I*, 21.
Cystiphyllum siluriense Lonsd. > *VII*, 19, auch *I*, 27.
Pleurodictyum problematicum Goldf. VII, 20, unvollständig.
Receptaculites Neptuni Defr. > *VII*, 21, kleines Exemplar.
Stromatopora polymorpha Goldf. VII, 22; bei *a* vergrösserte Zellenschichten; wird zum Theil sehr gross.

Noch sind *Caunopora placenta Lonsd.* und *Cystiphyllum Damnoniense Lonsd.* als ein paar wichtige devonische Korallen zu erwähnen.

2) Krinoiden.

Cyathocrinus pinnatus Goldf. VIII, 1; *a* gefiederter Arm, *b* und *c* Säulenstücke, *d* und *e* Gelenkflächen der Säulenglieder, *f* Steinkern, sogenannter Schraubenstein vom Kahlenberge am Harze.
Rhodocrinus verus Mill. VIII, 2; *a* Säulenstück, *b* und *c* Gelenkflächen von Säulengliedern.
Actinocrinus tenuistriatus Phill. VIII, 3, Säulenstück und Gelenkfläche.

Platycrinus echinatus Sandb. VIII, 4, Säulenstück.
Cupressocrinus dubius Röm. VIII, 5, Säulenstück.
Haplocrinus stellaris Röm. VIII, 6; *a* nat. Grösse, *b* und *c* vergr.
Schraubenstein von Elbingerode, *VIII*, 7.
Melocrinus hieroglyphicus Goldf. < *XIV*, 20.
. *amphora Goldf.* < *XIV*, 21.

3) Brachiopoden.

Calceola sandalina Lam. VIII, 8, sehr charakteristisch.
Uncites gryphus Defr. VIII, 9, desgleichen.
Stringocephalus Burtini Defr. VIII, 10, desgleichen.
Chonetes dilatata Kon. VIII, 11; *a* u. *b* Ventral- und Dorsal-Ansicht, *c* Querschnitt der ganzen Muschel; = *Orthis dil. Röm.*
. *sarcinulata Kon. VIII*, 12, Dorsalklappe und Kern; ist = *Orthis* oder *Leptaena sordida* und *semiradiata* *).
. *crenulata Kon. VIII*, 13.
. *minuta Kon. VIII*, 14; ist = *Orthis min. Goldf.*
. *convoluta Kon.* < *VIII*, 15; ist = *Leptaena conv. Phill.*
Productus Murchisonianus Kon. VIII, 16; ist = *Leptaena caperata* und *fragaria Sow.* und = *Productus spinulosus.*
. *subaculeatus Kon. VIII*, 17.
Leptaena lepis Goldf. VIII, 18, *a* und *b* Dorsalschale, *c* Querschnitt der ganzen Muschel.
. *Sedgwickii Vern. VIII*, 19.
. *depressa* >< *Dalm. II*, 25.
Orthis rectangularis Bronn, *IX*, 1.
. . . . *plicata Sow. IX*, 2, Steinkern.
. . . . *Zinkeni Röm. IX*, 3.
. . . . *ovalis Röm. IX*, 4, Steinkern.
. . . . *interlineata Phill. IX*, 5; *a* Dorsal-Ansicht, *b* Steinkern eines grösseren Exemplars, *c* jung, *d* dasselbe vergrössert.
. . . . *subarachnoidea Arch. IX*, 6, halb verkleinert.
. . . . *resupinata Phill.* >< *IX*, 7 Steinkern, sog. Hysterolith; die vollständige Form siehe *XVII*, 4.
. . . . *umbraculum Buch* >< *XVII*, 1.
. . . . *striatula Kon.* >< *XVII*, 3.
Spirifer calcaratus Sow. IX, 8.
. *speciosus?* ob Varietät, *IX*, 9, Steinkern.
. *speciosus Bronn IX*, 10; *a* vollk. Exempl., *b* Steinkern.
. *macropterus Goldf. IX*, 11; *a* vollständig, *b* Steinkern, beide um $^1/_3$ verkleinert.
. *ostiolatus Schl. IX*, 12; *a* Dorsalansicht, *b* Ventralansicht, beide etwas verkleinert.
. *cultrijugatus Röm. IX*, 13, Schlossansicht.
. *simplex Röm. IX*, 14.

*) Auf dem Rande der Tafel VIII steht fälschlich *sarrinulata* statt *sarcinulata*, und auf Taf. XVI Fig. 11 *sarcinulata* statt *variolata*.

Spirifer zickzack Röm. IX, 15.
...... *hystericus Kon.* < *IX*, 16.
...... *aperturatus Schl.* Varietät nach d'Archiac, *IX*, 17.
...... *Bouchardi Vern. IX*, 18.
...... *undiferus Röm. IX*, 19.
...... *trapezoidalis Buch* > *IV*, 1.
...... *crispus Buch* >< *XVII*, 5.
...... *cuspidatus Sow.* < *XVII*, 6.
...... *heteroclitus Buch* < *XVII*, 7.
...... *bisulcatus Sow. XVII*, 9, ist nach de Koninck keine blose Varietät von *Sp. aperturatus.*
...... *glaber Sow.* < *XVII*, 12.
...... *lineatus Buch* < *XVII*, 14, ist oft viel breiter als lang, und dann mit einem deutlichen Sinus versehen.
Terebratula reticularis Lin. > *II*, 13.
.......... *aspera Defr.* > *X*, 1, wird von Vielen als blose Varietät von *Ter. reticularis* betrachtet.
.......... *ferita Buch X*, 2; bei *a* Varietät nach d'Archiac.
.......... *lepida Goldf. X*, 3.
.......... *primipilaris Buch X*, 4.
.......... *Wahlenbergi Goldf. X*, 5, oft mit *Ter. Wilsoni* verwechselt.
.......... *rhomboidea Phill.* < *X*, 6
.......... *cuboides Sow. X*, 7, zwei Varietäten.
.......... *semilaevis Röm. X*, 8.
.......... *livonica Buch X*, 9, ist = *Ter. Daleidensis Röm.*
.......... *concentrica Buch* < *X*, 10.
.......... *scalprum Röm. X*, 11.
.......... *acuminata Sow.* < *XVII*, 16, in allen Varietäten.
.......... *hastata Sow.* < *XVII*, 17.
.......... *sacculus Sow.* < *XVII*, 18.
Pentamerus galeatus Dalm. > *III*, 5.

4) Conchiferen.

Posidonomya Becheri Bronn < *X*, 12; oft sehr häufig, wie z. B. in den Posidonienschiefern.
........... *lateralis Phill. X*, 13.
Avicula reticulata His. > *IV*, 20 = *Pterinea ret.*
...... *subradiata Sow. X*, 14.
...... *damnoniensis Sow. X*, 15.
Pterinea crinita Sandb. X, 16.
....... *clathrata Sandb. X*, 17.
....... *elegans Goldf. X*, 18.
....... *lamellosa Goldf. X*, 19.
....... *costata Goldf. X*, 20.
....... *ovata Röm. X*, 21.
....... *laevis Goldf. X*, 22, junges Exemplar in nat. Grösse, und Steinkern eines älteren Exemplars halb verkleinert.

Cardiola interrupta > *Sow. XI*, 1, auch *IV*, 9.
. *retrostriata Keys. XI*, 2; *a* nat. Grösse, *b* vergrössert; ist = *Cardium palmatum Goldf.* und sehr gemein.
Cardiomorpha lineata Sandb. XI, 3.
Conocardium aliforme Sow. < *XV*, 6.
Lunulicardium carpomorphum Dalm. > *IV*, 16.
Nucula grandaeva Goldf. XI, 4.
. *Ahrendi Röm. XI*, 5.
. *solenoides Goldf. XI*, 6.
. *securiformis Goldf. XI*, 7.
Cucullaea Lasii Röm. XI, 8; etwas zweifelhaft, ob wirklich eine Cuculläa.
. *antiqua Sow.* > *IV*, 17.
Solen Lustheidensis Vern. XI, 9.
Megalodon cucullatus Sow. XI, 10.
Lucina proavia Goldf. XI, 11.
. *antiqua Goldf. XI*, 12.
Cyprina vetusta Röm. XI, 13.
Arca Michelini Vern. XI, 14.
Tellina inflata Röm. XI, 15.

Noch sind *Sanguinolaria sulcata Münst.* und *S. angustata Phill.* als ein paar sehr gewöhnliche devonische Species zu erwähnen.

5) Gasteropoden.

Capulus vetustus Kon. < *XVIII*, 1.
Pileopsis compressa Goldf. XI, 17.
. *trigona Goldf. XI*, 17.
Natica inflata Röm. XI, 18, etwas verkleinert.
. *subcostata Vern. XI*, 19.
. . . . *excentrica Röm. XI*, 20.
Nerita spirata Sow. < *XVIII*, 10.
Pleurotomaria elegans Vern. XI, 21.
. *catenulata Vern. XI*, 22.
. *Lonsdalei Vern. XI*, 23.
. *aspera Sow. XI*, 24.
. *binodosa Röm. XI*, 25.
. *sublaevis Röm. XI*, 26, etwas verkleinert.
. *carinata Sow.* < *XVIII*, 8.
Schizostoma delphinuloides Goldf. XI, 27, etwas verkleinert.
Turbo carinatus Sow. > *IV*, 30.
. . . . *Wurmii Röm. XII*, 1.
. . . . *canaliculatus Röm. XII*, 2.
Trochus helicites Sow. > *IV*, 23.
. *oxygonus Röm. XII*, 3.
Loxonema sinuosum Phill. > *IV*, 24.
. *nexile Phill. XII*, 4.
. *rugiferum Phill. XII*, 5, Fragment.

Phasianella subclathrata Röm. XII, 6.
Murchisonia bilineata Vern. XII, 7.
.......... *coronata Vern. XII*, 8.
.......... *angulata Phill.* < *XII*, 9.
Euomphalus serpula Kon. < *XII*, 10.
.......... *planorbis Vern. XII*, 11.
.......... *catillus Sow.* < *XVIII*, 11.
.......... *helicoides Kon.* < *XVIII*, 15.
Buccinum arculatum Vern. XII, 12, halb verkleinert = *Macrocheilus arculatus Phill.*.
Litorina biserialis Kon. < *XVIII*, 17.

6) Heteropoden.

Bellerophon acutus Sow. > *V*, 8.
.......... *trilobatus Sow.* > *V*, 10.
.......... *striatus? Röm. XII*, 13.
.......... *bisulcatus Röm. XII*, 14.
.......... *globatus Sow.* > *XII*, 15, auch *V*, 9.
.......... *primordialis Schl. XII*, 16 = *Porcellia Verneuli Kon.*
.......... *decussatus Flem.* < *XVIII*, 2.
.......... *Urei Flem.* >< *XVIII*, 3.

7) Tentaculiten.

Die beiden Formen *Tentaculites scalaris* und *annulatus*, Taf. V, 13 und 14, kommen nicht selten vor; sie sollen aber, wie bereits erwähnt, nur die äussersten Glieder der Hilfsarme von *Cyathocrinus pinnatus* sein, was jedoch Mac-Coy bezweifelt.

8) Cephalopoden.

Clymenia laevigata Münst. XII, 17; kommt häufig und sowohl kleiner als grösser vor.
....... *undulata Münst. XII*, 18.
....... *striata Münst. XII*, 19; ein verdrückter Steinkern, wie sie in den Kalksteinnieren des Thonschiefers vorkommen.
Goniatites Buchii Vern. XII, 20.
........ *retrorsus Vern. XII*, 21; bei *a* kleineres Exemplar.
........ *undulosus Münst. XII*, 22.
........ *sulcatus Münst. XII*, 23; bei *a* Steinkern.
........ *globosus Münst. XII*, 24.
........ *Höninghausii Buch XII*, 25, halb verkleinert.
........ *striatus Haan* < *XIX*, 11, ist = *G. crenistria Phill.*
Orthoceras imbricatum Wahlenb. >< *V*, 15.
........ *Ludense Sow.* > *V*, 16.
........ *ibex Sow.* > *V*, 18.
........ *gregarium Sow.* > *V*, 21.
........ *regulare Sow.* > *V*, 22.
........ *conoideum Münst. XIII*, 1, um ⅔ verkleinert.
........ *dimidiatum Murch. XIII*, 2, halb verkleinert.

Orthoceras striolatum Meyer XIII, 3.
........ *acuarium Münst. XIII*, 4.
........ *tubicinella Sow. XIII*, 5.
........ *striatopunctatum Münst. XIII*, 6.
........ *giganteum Sow.* < *XIX*, 1.
........ *cinctum Sow.* >< *XIX*, 2.
Gomphoceras subfusiforme Münst. XIII, 7, etwas verkleinert.
Cyrtoceras depressum Goldf. XIII, 8, um $^2/_3$ verkleinert.

9) Crustaceen.

Cytherina hemisphaerica Richter, *XIII*, 9, vergrössert.
....... *striatula Richter*, *XIII*, 10, vergrössert.
Pleuracanthus laciniatus Beyr. XIII, 11, bei *a* ein eingerolltes Exemplar von vorn gesehen; ist = *Phacops rotundifrons Emmr.*
Harpes macrocephalus Goldf. XIII, 12, Kopfschild etwas verkleinert.
Proëtus Cuvieri Stein. XIII, 13.
Phacops cryptophthalmus Emmr. XIII, 14, Kopfschild.
....... *latifrons Burm. XIII*, 15, sonst *Calymene macrophthalma Brong.*
Brontes signatus Goldf. XIII, 16, Schwanzschild, halb verkleinert.
...... *flabellifer Goldf. XIII*, 17, desgleichen.
Homalonotus Knightii Kön. > *XIII*, 18, hintere Hälfte, verkleinert.

10) Anneliden.

Spirorbis omphalodes Edw. XIII, 19, nat. Grösse und vergrössert.

11) Fische.

Aus der devonischen Formation, und zwar zumal aus den mehr sandsteinartigen Bildungen derselben, wie solche in Schottland, Irland und Russland vorliegen, kennt man bereits 47 Geschlechter mit 118 Species*), meist Ganoiden und Selachier, welche zum Theil in ganz seltsamen Formen auftreten, wie diess schon aus den wenigen, nachfolgend aufgeführten Species zu ersehen ist.

Pterichthys cornutus Ag. XIII, 20.
Coccosteus oblongus Ag. XIII, 21.
Holoptychius nobilissimus Ag. XIII, 22, Schuppe, etwas verkleinert.
Cephalaspis Lyelli Ag. XIII, 23, das ganze Thier, nebst einer runden Kopfschuppe und verschiedenen anderen Schuppen des Körpers und Schwanzes.

*) Giebel, Fauna der Vorwelt, Bd. I, Abth. 3, S. 383.

Viertes Kapitel.

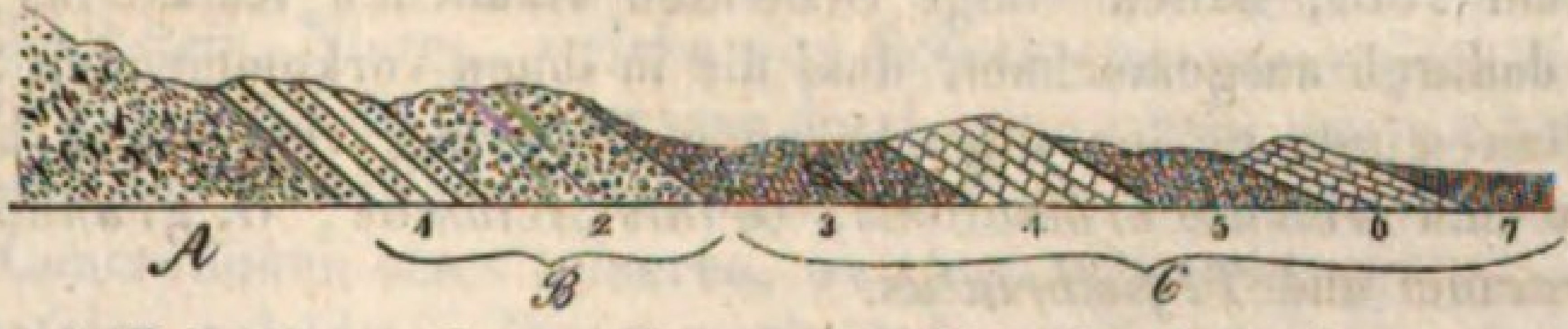
Einige Beispiele aus der silurischen Formation.

§. 324. *Silurische Formation in England, Schottland und Irland.*

Da die Bestimmung der silurischen Formation von England ausgegangen ist, so müssen wir zuvörderst ihre dortige Ausbildungsweise kennen lernen, wie sie namentlich in Südwales und den beiden östlich angränzenden Grafschaften, Shropshire und Herefordshire, vorliegt, auf welche Gegenden sich die classischen Untersuchungen Murchison's zunächst bezogen. Murchison unterscheidet dort eine untere und eine obere Abtheilung, deren jede wiederum in mehre Etagen oder Formationsglieder zerfällt.

Die Untersilurformation (*the lower Silurian*) ist besonders in Caermarthenshire, Montgomeryshire, Denbigshire und Shropshire verbreitet, besteht hauptsächlich aus Sandsteinen, und lässt die beiden Hauptetagen der Llandeilo-Gruppe und der Caradoc-Gruppe unterscheiden. In der Obersilurformation (*the upper Silurian*) walten schiefrige und thonige Gesteine vor, welchen jedoch ein paar mächtige Kalksteinzonen eingelagert sind; sie ist zumal in Shropshire, Radnorshire und Herefordshire entwickelt, und zerfällt in die Wenlock-Bildung und Ludlow-Bildung.

Die ganze Silurformation Englands lässt also da, wo sie vollständig entwickelt ist, die vier Hauptetagen der *Llandeilo-flags* und des *Caradoc-sandstone*, der *Wenlock-rocks* und der *Ludlow-rocks* unterscheiden, so wie es in dem nachstehenden Diagramm angedeutet ist, und erlangt in dieser



A. Primitive, oder auch sogenannte metamorphische Gesteine.	*C.* Obersilurformation.
B Untersilurformation.	3. Wenlockschiefer.
1. *Llandeilo-flags.*	4. Wenlockkalkstein.
2. Caradoc-Sandstein.	5. Unterer Ludlowschiefer.
	6. Aymestry-Kalkstein.
	7. Oberer Ludlowschiefer.

ihrer Entwickelung eine summarische Mächtigkeit von 8000 bis 10000 Fuss. Die beiden Hauptglieder der Untersilurformation lassen sich in der Hauptsache folgendermaassen charakterisiren:

1) Die Llandeilo-Bildung. Sie ist besonders bei Llandeilo in Caermarthenshire entwickelt, 1200 Fuss mächtig, und besteht aus dunkelfarbigen, plattenförmigen Sandsteinen, welche bisweilen glimmerhaltig, oft aber kalkig,

und dann von Kalkspathadern durchzogen oder mit unreinen Kalksteinschichten versehen sind. Als vorzüglich charakteristische Fossilien werden mehre Species von Graptolithen, so wie zwei Trilobiten, nämlich *Asaphus heros Dalm.*, eine der grössten bekannten Trilobiten-Arten, und *Ogygia Buchii* erwähnt; auch eine Species von Lingula, und das neuerdings in Nord-Wales nachgewiesene Vorkommen von *Echinosphaerites balticus Eichw.* und *Chaetetes Petropolitanus* sind hervorzuheben.

2) Caradoc-Sandstein. Diese 2500 F. mächtige Bildung, welche ihren Namen deshalb erhalten hat, weil sie in Shropshire eine an der Trappkette des Caradoc endigende Bergreihe bildet, ist im südwestlichen Theile von Shropshire, in Montgomeryshire und Denbigshire sehr entwickelt, und zeigt in ihren Gesteinen oft eine grosse Aehnlichkeit mit dem *old-red-sandstone* so wie mit dem Rothliegenden Teutschlands. Das schönste Profil ist an den Ufern des Onny zwischen Wistanstow und Horderly entblöst, wo Murchison folgende fünf Etagen unterscheidet.

a) Dunkel purpurrother Sandstein, oft gelblichgrün gestreift, bisweilen auch gelb und weiss, sehr thonig, in Schichten von $1/2$ bis 3 Fuss Mächtigkeit, mitunter als ein förmlicher Muschelsandstein ausgebildet, welcher reich an *Orthis vespertilio* und anderen Brachiopoden ist.

b) Sandstein und Conglomerat, röthlichbraun und gelb, dick- und dünnschichtig, nach unten sehr kalkig, und stellenweise fast in Kalkstein übergehend; diese kalkigen Sandsteine enthalten *Calamopora fibrosa*, *Orthis anomala Buch*, *O. flabellulum*, *O. vespertilio*, *Terebratula unguis*, *Pentamerus oblongus*, *Calymene punctata*, *Trinucleus* u. a. Fossilien.

c) Dickschichtiger feinkörniger Quarzsandstein, meist grün und roth gestreift, oft vielfach zerklüftet und auf den Klüften mit rothem Thon erfüllt; wird viel als Bau- und Haustein gewonnen, ist reich an *Tentaculites annulatus*, *Avicula obliqua*, *Orbicula granulata*, *Orthis pecten*, und hält einige unreine Kalksteinlager, welche besonders aus *Orthis testudinaria* und *Leptaena sericea* bestehen.

d) Sehr feinkörnige, etwas glimmerhaltige, plattenförmige Sandsteine, grünlich oder roth, halten einige Schichten blaulichen Kalksteins, und sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass die in ihnen vorkommenden Steinkerne der Fossilien einen gelben oder braunen Ueberzug von Ocker haben; die wichtigsten sind *Avicula orbicularis*, *Orthis Actoniae*, *O. grandis*, *Trinucleus Caractaci* und *T. fimbriatus*.

e) Sandiger, nach unten ziemlich glimmerreicher, gelb verwitternder Schiefer, mit dünnen Sandsteinlagen, so wie nach unten mit unreinen Kalksteinlagen wechselnd; von organischen Ueberresten enthält er unter anderen: *Orthis trigonula*, *O. callactis* oder *calligramma*, *O. elegantula*, *Leptaena sericea*, *Pentamerus laevis* und *P. oblongus*, *Litorina striatella*, *Bellerophon bilobatus* und *B. acutus*, *Trinucleus Caractaci* und *Phacops sclerops Emmr.* (= *Asaphus Powisii*).

Die Zusammensetzung der Obersilurformation ist ganz vorzüglich schön in dem ringförmigen Erhebungsthale von Woolhope (I, 383) in Herefordshire aufgeschlossen, dessen Profil der nachfolgende Holzschnitt darstellt. Den mittleren Theil dieses Circus nimmt der im Haugh-Wood aufragende Caradoc-Sandstein ein, welchen die verschiedenen Schichtensysteme der Ober-

silurformation mantelförmig umgeben, unter denen die Wenlockbildung besonders interessant ist. Zwischen dem Onny und der Severn tritt nämlich in Shropshire ein scharfer, an 20 Engl. Meilen geradlinig fortlaufender Bergkamm auf, Wenlock-edge genannt, eine der auffallendsten Erscheinungen in



Profil des Erhebungsthales von Woolhope.

2. Caradocsandstein.
3. Wenlockschiefer.
4. Wenlock-Kalkstein.
5. Unterer Ludlowschiefer.
6. Aymestrykalkstein.
7. Oberer Ludlowschiefer.

der Topographie dieser Gegenden, deren Fortsetzung weiterhin in dem malerischen Felsen von Dudley-Castle aufragt. Dieser Kamm wird von einer, bis 300 Fuss mächtigen Kalksteinablagerung gebildet, welche ausserordentlich reich an wohlerhaltenen Fossilien ist, und von einer weit mächtigeren Schieferablagerung getragen wird, so dass die Totalmächtigkeit dieser unteren Gruppe der Obersilurformation wohl auf 1200 bis 1800 F. veranschlagt werden kann. Auch im Thale von Woolhope bildet dieser Wenlockkalkstein einen elliptischen Kamm rings um den Haugh-Wood, von welchem er durch ein ringförmiges Thal getrennt wird, dessen Sohle und äusseres Gehänge aus Schiefer besteht.

3) Wenlockschiefer. Grauer bis schwarzer Thonschiefer, welcher hier und da, zumal in seinen unteren Schichten, Concretionen eines sehr unreinen Kalksteins umschliesst, die zuweilen nach Innen als Tutenmergel ausgebildet sind. Einige der wichtigsten Fossilien sind:

Leptaena transversalis,
Terebratula brevirostris Sow.,
. *interplicata*,
. *marginalis*,
. *reticularis*,
Spirifer bilobus,
. *trapezoidalis*,
Lingula quadrata,
Orthoceras attenuatum Sow.,
Phacops mucronatus Emm.

4) Wenlock-Kalkstein. Nach oben und unten besteht diese Bildung aus Kalkstein-Nieren, welche von Schiefer zusammengehalten werden; in der Mitte aber wird die Hauptmasse des Lagers theils von mächtigen Kalksteinschichten mit schiefrigen Zwischenlagen, theils von sehr grossen, ja z. Th. colossalen Concretionen eines reineren, weit krystallinischeren und ungeschichteten Kalksteins gebildet. Diese merkwürdigen Concretionen werden *Ballstones* genannt, sind oft erfüllt von weissen Kalkspathadern, und treten innerhalb des geschichteten Kalksteins und Schiefers dergestalt auf, dass sich die Schichten derselben entweder um sie herumwinden, oder auch an ihnen abstossen. Sie erreichen über 80 Fuss im Durchmesser, und einer der grössten dieser Ballstones, der Ippikins-rock südwestlich von Wenlock, bildet einen mehre hundert Fuss hohen Hügel. Von den zahlreichen Fossilien des Wenlockkalkes sind besonders folgende zu erwähnen.

Zuvörderst kommen viele Korallen vor, namentlich sehr häufig:

Porites piriformis,
Catenipora escharoides,
Stromatopora concentrica,
Calamopora Gottlandica,
Cyathophyllum turbinatum,
Limaria clathrata.

Auch **Krinoiden** sind häufig; von **Mollusken** aber finden sich sehr gewöhnlich:

Leptaena depressa,	*Euomphalus discors Sow.*,
. *euglypha*,	 *rugosus*,
Terebratula marginata,	 *funatus*,
. *cuneata Dalm.*,	*Nerita haliotis*,
. *aspera*,	*Orthoceren* sind dagegen nur sel-
. *tumida*,	ten zu beobachten.

Trilobiten kommen ausserordentlich häufig vor, zumal:

Calymene Blumenbachii,	*Phacops Stokesi*,
. *punctata*,	*Asaphus caudatus*.

Die letzte Gruppe der Obersilurformation ist endlich die der *Ludlow-rocks*, zu welchen jedoch in neuerer Zeit noch der sogenannte *tilestone* gefügt worden ist, welchen man früher dem *old-red-sandstone* zurechnete; die Gesammtmächtigkeit dieser Gruppe erreicht sonach gegen 2800 Fuss.

5) Unterer Ludlowschiefer (*Lower Ludlow-rocks*); hellgraue und dunkelgraue bis fast schwarze, thonige, selten glimmerhaltige Schiefer, welche nach oben kalkig und plattenförmig sind, weshalb sie daselbst als Platten (*pendle*) gebrochen werden, während sie in der Mitte und nach unten keinen brauchbaren Stein liefern, oft aber Nieren eines schwarzen, thonigen Kalksteins von einigen Zoll bis zu 3 Fuss Durchmesser umschliessen; die Felswände westlich von Ludlow zeigen diese Etage sehr deutlich; einige der wichtigsten Fossilien sind:

Graptolithus priodon,	*Phragmoceras ventricosum*,
Cardiola interrupta,	*Lituites giganteus*,
Orthoceras Ludense,	*Calymene Blumenbachii*,
Gomphoceras piriforme,	*Homalonotus delphinocephalus*.

6) Aymestry-Kalkstein; dunkel blaulichgrauer bis fast indigoblauer, thoniger und unreiner, jedoch zu hydraulischem Cäment sehr brauchbarer Kalkstein, welcher an 50 Fuss mächtig und am schönsten bei Aymestry entblöst ist; besonders charakteristisch sind für ihn:

Calamopora Gottlandica,	*Lingula quadrata*,
Terebratula navicula,	*Pentamerus Knightii*,
. *reticularis*,	*Avicula reticulata*,
. *Wilsoni*,	*Bellerophon Aymestriensis Sow.*

7) Oberer Ludlowschiefer (*Upper Ludlow-rocks*); nach unten sehr thonige und leicht zerwitternde, daher schlammartig erscheinende und *mudstone* genannte Schiefer, oft ganz erfüllt mit *Terebratula navicula*, und fast 100 Engl. Meilen weit mit denselben Eigenschaften zu verfolgen; darüber dünnschichtige, kalkigthonige Sandsteine und sandige Schiefer, oft mit Wellenfurchen auf den Schichtungsflächen, und reich an Versteinerungen, unter denen besonders

Terebratula nucula,	*Orthis lunata*,
Orthis orbicularis,	*Serpulites longissimus*,

Homalonotus Knightii, *Turbo carinatus* und
Turbo corallii, mehre Orthoceren

zu erwähnen sind. Endlich folgen hellfarbige, grünlich- oder blaulichgraue, auch gelbliche, bald sehr thonige, bald sehr kalkige, dünnschichtige Sandsteine, welche von Mollusken unter anderen

Lingula cornea, *Orthonota amygdalina*,
Orbicula rugata, *Avicula lineata*,
Chonetes striatella, *Trochus helicites*,

und *Bellerophon globatus* enthalten; einige Schichten sind sehr reich an Ueberresten von Fischen, deren Schuppen, Zähne, Kinnladen, Ichthyodoruliten und Koprolithen stellenweise recht angehäuft sind, und den Geschlechtern *Onchus*, *Plectrodus* u. a. angehören; andere Schichten enthalten viele Abdrücke von Fucoiden.

8) Tilestone. Diese etwa 800 Fuss mächtige Etage, welche früher als das unterste Glied des *old-red-sandstone* betrachtet wurde, erstreckt sich in Südwales von Llangadock in Caermarthenshire durch Brecknockshire bis nach Builth an der Gränze von Radnorshire; sie besteht hauptsächlich aus harten, glimmerigen und quarzigen plattenförmigen Sandsteinen, von grünlicher Farbe, welche mit rothem Schieferletten abwechseln, daher das Ganze einen rothen Boden liefert. Eben so erscheint sie auch bei Ludlow in Shropshire. Ausser vielen anderen obersilurischen Fossilien enthält sie auch Ueberreste von Fischen.

Sehr ähnlich ist die Ausbildung der Silurformation noch an der Westseite der Malvernhills in Worcestershire, wo die Llandeilogruppe durch fucoidenhaltigen Sandstein und schwarzen trilobitenreichen Schiefer, die Caradocgruppe durch Conglomerat, Sandstein und unreinen Kalkstein (*Woolhope-limestone*) dargestellt wird, während die Obersilurformation fast ganz so erscheint, wie in Shropshire; der durch den Downton-Sandstein repräsentirte Tilestone geht dort nach oben ganz allmälig in den *old-red-sandstone* über. (Vergl. die treffliche Schilderung von Phillips, in *Memoirs of the geol. survey of Great Britain, II,* 1, *p.* 50 ff.)

Dagegen erscheint die Formation in Nordwales mit etwas anderen Eigenschaften. Die untere Abtheilung erlangt dort eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, welche, einschliesslich der eingeschichteten Grünstein- und Porphyrgebilde, auf 27000 Engl. Fuss veranschlagt wird. Auch finden dort merkwürdige Lagerungsverhältnisse Statt, welche auf wiederholte Dislocationen und Erhebungen des Meeresgrundes während der silurischen Periode schliessen lassen; die Caradocgruppe liegt nämlich discordant auf der Llandeilogruppe, und wird wiederum selbst von der Wenlockgruppe abweichend überlagert.

Das erstere Verhältniss giebt sich schon an den Longmyndhills in Shropshire zu erkennen, und Forbes ist der Ansicht, dass die Caradocgruppe schon dort auf dem Grunde eines tiefen Meeres abgelagert worden sei, dessen Küsten von den aufgerichteten Schichten der Llandeilogruppe gebildet wurden.

Die 30 geogr. Meilen lange, und 5 bis 6 Meilen breite Gebirgskette, welche sich in Südschottland von St. Abbs-Head an der Ostküste, bis nach Port-Patrick an der Westküste zieht, besteht aus Grauwacke und Thonschiefer mit untergeordneten Porphyren, einigen Granitinseln und vielen Grünsteingängen, welche Gesteine einen Raum von 180 geogr. Quadratmeilen bedecken.

Die Grauwacke wird oft breccienartig durch Thonschieferfragmente; sie ist grau oder blaulich, und zeigt Massivstructur, ohne Spur von Schieferung. Mit ihr wechselt aber Thonschiefer von ähnlichen Farben, dessen Schieferung mit wenig Ausnahmen der Schichtung parallel ist. Rothe und gelbe Felsitporphyre bilden sehr häufig Lager, während die Grünsteine immer nur in Gängen von geringer Mächtigkeit auftreten; doch ist in Roxburgshire ein solcher Gang über 25 Engl. Meilen weit zu verfolgen.

Die Schichten streichen im Allgemeinen der Kette parallel, von ONO. nach WSW. und fallen auf der Nordseite 60 bis 90° bald nach N. bald nach S., auf der Südseite dagegen ganz entschieden 30 bis 40° nach Süd. Da der *Old-red-sandstone* discordant über dieser Grauwacke liegt, so ist sie offenbar älter, und bildete wahrscheinlich schon festes Land, als jener Sandstein gebildet wurde. Die Aufrichtung und Faltung ihrer Schichten erklärt Nicol aus den Wirkungen derselben Ursachen, welche die weit nördlich vorliegende Gneiss- und Glimmerschieferkette der Grampians metamorphosirten. Kalksteine sind sehr selten, eben so auch organische Ueberreste; doch fand Nicol ein Kalklager bei Broughton, an der Strasse von Edinburgh nach Dumfries, und darüber blauen Thonschiefer mit Kalksteinnieren, die von Fossilien erfüllt sind; ausserdem kommen noch Graptolithen am häufigsten vor. Aber auch diese wenigen Fossilien beweisen, dass diese Grauwackenbildung Südschottlands silurisch, und zwar grösstentheils untersilurisch ist. (Nicol im *Quarterly Journal of the geol. soc. IV*, *p.* 195 f.)

Die von Nicol und Moore gefundenen, und von Salter bestimmten Fossilien sind:

Graptolithus Sedgwicki Portl.
. *folium His.*,
. *pristis His.*,
. *tenuis Portl.*,
. *ramosus Hall*,
. *sextans Hall*,
. *taenia n. s.*
Leptaena depressa,
Spirifer biforatus,
Orthis calligramma,
. . . . *confinis n. s.*
Euomphalus Gualtieriatus,
. *furcatus MCoy*,
Murchisonia scalaris n. s.,
Pleurotomaria Moorei n. s.,
. *latefasciata*,
Lituites cornu arietis,
Asaphus megistos
. . . . *heros*,
Phacops Odini,
Illaenus Davisii.

Auch in Dumfriesshire ist die Grauwacke das herrschende Gestein; doch enthält sie mehre Zonen von Schieferthon und Anthracit, welche ihr ein ganz besonderes Interesse verleihen, und durch ihre organischen Ueberreste das silurische Alter derselben beweisen.

Eine dieser Zonen findet sich nahe am Hartfell, einem der höchsten Berge Südschottlands, und lässt sich von dort aus viele Engl. Meilen weit nach Südwesten verfolgen; der Schieferthon liegt über dem Anthracit, ist theils grau, theils schwarz, und reich an Graptolithen. Eine zweite Zone beginnt bei Birkhill, und zieht sich tief hinein in das Gebiet von Kirkcudbrightshire, so dass sie gewiss auf 50 Meilen weit fortstreicht; ihre Schieferthone sind zum Theil roth, wechseln mit Grauwacke, sind ebenfalls reich an Graptolithen, und halten hier und da Anthracitflötze; eine dritte Zone, welche bei Windfell beginnt, ist nur auf kürzere Distanzen bekannt. Alle drei Zonen laufen einander parallel, fallen nach NNW., und sind wahrscheinlich partielle, durch parallele Verwerfungen hervorgebrachte Repetitionen eines und desselben Schichtensystems (I, 975). — Die Anthracitflötze werden von vielen Quarzadern durchzogen, lassen zwar durchaus keine Pflanzenreste in ihrer Nähe bemerken, dürften aber jedenfalls von Fucoiden abstammen. Harkness vermuthet, dass diese ganze Bildung der Caradocgruppe zu parallelisiren ist. (Quarterly Journal, VII, 46 f.)

Im nördlichen Irland hat zuerst Portlock das Dasein der Silurformation nachgewiesen, worauf später die paläontologische Kenntniss derselben durch Griffith und Mac-Coy sehr erweitert worden ist.

In Londonderry kommen grobe Schiefer vor, welche bei Pomeroy und Desertcreat als Platten gebrochen werden, an 3500 Fuss mächtig sind, und auf granitischen und hornblendigen Gesteinen aufliegen. Ihre zahlreichen Fossilien charakterisiren sie als silurische Schichten; unter 188 Species fand Portlock 105, welche ihnen eigenthümlich sind, während die übrigen auch in der Silurformation Englands und anderer Länder vorkommen; besonders zahlreich sind die Trilobiten, von denen Portlock nicht weniger als 52 Species aufführte. Nach Mac-Coy sollen viele Species identisch mit denen der Böhmischen Silurformation sein, mit welcher die dortige Bildung auch insofern übereinstimmt, als die unteren Etagen vorzugsweise von Sandsteinen, Quarziten und Schiefern, die oberen dagegen besonders von Kalksteinen gebildet werden. Doch bemerkt Davidson, dass es in Irland noch nicht gelungen sei, eine Gränze zwischen der unteren und oberen Silurformation zu bestimmen.

§. 325. *Silurische Formation in Böhmen und anderen Gegenden Teutschlands.*

Durch die bewundernswerthe Thätigkeit Barrande's sind in den letzten Jahren über das Böhmische Uebergangsgebirge Resultate gewonnen worden, welche dasselbe in stratigraphischer und paläontologischer Hin-

sicht als eines der interessantesten Beispiele der silurischen Formation erscheinen lassen *).

Diese silurische Bildung Böhmens bildet (einschliesslich des alten Schiefergebirges) ein bedeutendes, in der Richtung von SW. nach NO. langgestrecktes Bassin, welches von Bischofteinitz über Pilsen, Beraun und Prag, bis an die Elbe bei Celakowitz, auf 20 geogr. Meilen Länge verfolgt werden kann, und in der Gegend von Pilsen seine grösste Breite von 10 Meilen erreicht, während solche gegen die Elbe hin allmälig bis auf 4 Meilen abnimmt. An und jenseits der Elbe verschwindet seine weitere Fortsetzung unter den Schichten der Kreideformation.

Die allgemeine Architektur dieser, dem Granite und Gneisse aufgelagerten Silurformation entspricht der eines sehr grossen, bassinförmigen oder muldenförmigen Schichtensystems, dessen Axe von Bischofteinitz nach Brandeis läuft, so dass die Schichten nördlich von dieser Axe nach SO., und südlich von ihr nach NW. einfallen. Die Neigung der Schichten ist sehr verschieden, doch meist bedeutend, 30 bis 45°, oft 70°, ja nicht selten 90°. Bei dem einfachen und regelmässigen Baue des ganzen Bassins ist die Aufeinanderfolge seiner einzelnen Etagen sehr leicht zu bestimmen, während auch die petrographischen und paläontologischen Charaktere auf eine, der Lagerungsfolge ganz entsprechende Weise hervortreten.

Die silurische Formation zerfällt auch hier in eine untere und eine obere Abtheilung. Die untere Abtheilung wird über dem Granite und Gneisse mit krystallinischen Schiefern und anderen fossilfreien Gesteinen von grosser Verbreitung und Mächtigkeit eröffnet; über diesen Gesteinen erscheinen in der Mitte des Bassins, einerseits bei Ginetz, anderseits bei Skrey die ersten fossilhaltigen Schiefer, mit welchen also die untere Abtheilung der eigentlichen Silurformation beginnt, welche weiter aufwärts mit mächtigen Massen von Conglomerat, Sandstein, Quarzit und Schiefer ausgebildet ist, und den inneren Theil des ganzen Bassins, von Rokitzan bis Celakowitz constituirt. Innerhalb dieses Raumes tritt endlich, als innerste und letzte Bildung, die wesentlich aus Kalksteinen bestehende, und von Zelkowitz bis Prag reichende, obere Formationsabtheilung auf, deren Mulde nur noch 5 Meilen lang und 1 Meile breit ist.

*) Die folgende Beschreibung ist theils der *Esquisse géologique*, theils mündlichen Belehrungen entlehnt, welche mir Barrande bei einem Besuche in Prag mitzutheilen die Güte hatte. Da wohl noch keine Region der Silurformation mit gleicher Gründlichkeit erforscht worden ist, so wird das grosse und in seiner Art einzige

Die Verhältnisse sind aus folgendem, von Barrande entlehntem Profile zu ersehen, welches einen idealen Querdurchschnitt von Skrey nach Ginetz und Przibram darstellt, in welchem jedoch die erst weiter östlich eintretende obere Abtheilung mit aufgenommen ist.



Gr. Granit und Gneiss.
A u. *B* fossilfreie Etagen.
C Schiefer mit Fossilien.
D u. *D′* Conglomerat, Sandstein und Schiefer.
E Untere Kalkstein-Etage.
F Mittlere ,, ,,
G Obere ,, ,,
H Letzte Schiefer-Etage.
K Kreideformation.

Man sieht zuvörderst, wie alle Etagen in vollkommen concordanter Lagerung über einander folgen, was namentlich auch für die untersten fossilfreien Etagen *A* und *B*, und die unmittelbar darauf liegenden ersten silurischen Schiefer *C* gilt. Die näheren Verhältnisse dieser Bildungen sind aber nach Barrande etwa folgende.

1) Azoische Formation (Urschiefer z. Th.); sie begreift die beiden Etagen *A* und *B*, von welchen die erstere aus sehr krystallinischen Schiefern, die zweite, weit mächtigere aus Thonschiefer und Kieselschiefer besteht, zu welchen Gesteinen sich aber auch schon körnige Grauwacken und Conglomerate gesellen; im Gebiete dieser zweiten Etage liegen die beiden wichtigen Bergwerksdistricte von Przibram und Mies.

2) Untere Silurformation; sie begreift die Etagen *C*, *D* und *D′*, von welchen die erstere insofern den Anfang der Silurformation bezeichnet, als sie die ersten Spuren des organischen Lebens aufzuweisen hat, weshalb ihre, allerdings spärliche Fauna von Barrande als *faune primordiale* aufgeführt wird. Die Etagen *D* und D′ sind durch eine ganz verschiedene, jedoch weit reichhaltigere Fauna (die *faune seconde*) charakterisirt, und bilden eigentlich ein einziges, sehr mächtiges Formationsglied, in welchem nach unten Conglomerate und Quarzite (*D*), nach oben Schiefer (*D′*) vorwalten.

Die Etage *C* besteht aus sehr feinen, mehr oder weniger glimmerhaltigen, meist grünlichen, doch braun verwitternden Thonschiefern, welche oft eine mehrfache Schieferung, bisweilen auch eine concentrisch-schalige Ex-

Werk, mit dessen Herausgabe unser hochverehrter Freund beschäftigt ist, eine der wichtigsten und unentbehrlichsten Quellen für das Studium dieser Formation überhaupt und ihrer Fauna insbesondere bilden. Diess mag auch die etwas ausführlichere Darstellung der Böhmischen Silurformation rechtfertigen.

foliation zeigen, deren Sphäroide nicht selten Fossilien umschliessen. Diese Schiefer bilden auf beiden Flügeln des Bassins eine Zone, ohne jedoch bis jetzt in der Muldenwendung nachgewiesen zu sein, gehören aber offenbar einer und derselben Bildung. Ihre Ausstriche werden durch eine Art von Längenthälern bezeichnet, da sie zwischen Conglomeraten und Quarziten gelagert und nur 300 bis 400 Meter mächtig sind. Nur in Querthälern, wie auf der Seite von Ginetz im Thale der Litawa, im Thale von Welka und in dem von Zator bei Hostomitz, und auf der Seite von Skrey im Thale der Beraun sind sie gut aufgeschlossen.

Die Fauna dieser Etage ist ihr ganz eigenthümlich, und besteht aus vielen Trilobiten, einigen Cystideen und einer Orthis-Species. Die Trilobiten sind nicht nur specifisch, sondern, mit Ausnahme von *Agnostus*, sogar generisch ein ausschliessliches Eigenthum dieser Schiefer; eben so die übrigen Formen; es scheint daher, dass die Porphyr-Eruptionen bei Skrey die damalige Thierwelt vernichteten. Die häufigsten Fossilien sind:

Paradoxides spinosus,	*Conocephalus Sulzeri*,
. *Bohemicus*,	 *striatus*,
Ellipsocephalus Hoffii,	*Agnostus integer*.

Auch die Genera *Sao* und *Arionellus* sind charakteristisch, jedoch nur bei Skrey bekannt; von Cystideen ist besonders *Lichenoides priscus*, ausgezeichnet durch seine gegliederten Tentakeln, recht häufig; *Orthis Romingeri* ist selten.

Anm. Auch in England findet sich diese Etage in ganz ähnlicher Weise an den Westküsten von Wales, wo bei Harlech und Barmouth ganz fossilfreie, bis 3000 F. mächtige Sandsteine auftreten, über welchen eine *trappean group* und Schiefer an 15000 F. mächtig lagern, die eine analoge, durch *Paradoxides, Olenus, Lingula* und Graptolithen charakterisirte Fauna umschliessen. Die an den Malvernhills bekannten *black-shales* entsprechen genau derselben Etage, welche auch in Schweden und Norwegen existirt.

Die Etage *DD'* wird nach unten hauptsächlich von Quarziten gebildet, welche weiter aufwärts mit Schiefern wechseln, die endlich vorwaltend werden und die Untersilurformation beschliessen. Wo die Etage *C* vorhanden ist, da liegt *D* unmittelbar darüber, mit Ausnahme der Gegend von Skrey, wo Porphyre dazwischen treten; wo *C* fehlt, da lagert *D* auf *B*; nach oben wird diese Etage sehr bestimmt durch die Graptolithenschiefer begränzt. Quarzconglomerate, Quarzite, quarzige Psammite und Kieselschiefer sind die kieseligen Gesteine, zwischen denen mehrfach Schiefer auftreten. Wegen ihrer Fossilien verdienen besonders 5 Zonen hervorgehoben zu werden.

Die erste Schieferzone d^1 liegt auf der Südostseite, nahe an der Basis der ganzen Etage, bei Komarow; sie ist nicht sehr mächtig, aber wichtig, weil sie die ersten Fossilien der *Faune seconde* enthält; an der Nordwestseite des Bassins hat sie jedoch bis jetzt noch keine Fossilien geliefert. Auf sie folgen die fossilreichen Quarzite der Drabow-Berge d^2, und dann die schwarzen dünnblättrigen Schiefer (*schistes noirs feuilletés*) der dritten Zone d^3. Weiter aufwärts erreicht man, nach Ueberschreitung von Quarziten, die vierte und mächtigste Schieferzone d^4, welche aus dunkelgrauen bis schwarzen, erdigen, sehr glimmerreichen Grauwackenschiefern (*schistes très-micacés*) besteht, über welchen endlich, als fünfte und letzte Zone, gelblichgraue, sehr feine, glimmerarme Schiefer d^5 folgen, die noch von etwas Quarzit be-

deckt werden. Alle diese verschiedenen Bildungen lassen sich sehr leicht erkennen, unterscheiden und verfolgen. Die drei oberen Schieferzonen insbesondere bilden eine, wenigstens 1000 Meter mächtige Ablagerung (*D'*), deren Ausstrich ebenfalls durch eine Art von Längenthal bezeichnet wird, an dessen einer Seite die Quarzite von *D*, an der anderen die Kalksteine der Obersilurformation aufragen.

Kalkstein fehlt auch dieser Etage fast gänzlich, indem nur die genannten drei oberen Schieferzonen hier und da, z. B. bei Beraun, Praskoles u. a. O. kalkhaltige Sphäroide umschliessen, ganz besonders aber südwestlich von Prag bei Mottol, längs einer Trappmasse, und bei Gross-Kuchel in einem graptolithenführenden Schiefer wirkliche Kalksteinsphäroide vorkommen, die bis 60 Centim. Durchmesser erreichen.

Die Fossilien dieser Etage sind fast ausschliesslich auf die vorhin mit d^1, d^2, d^3, d^4 und d^5 bezeichneten Schichtensysteme beschränkt, unter welchen sich wiederum die Quarzite der Drabow-Berge und die glimmerreichen Schiefer, also d^2 und d^4, als die beiden reichsten und wichtigsten hervorthuen. Im Allgemeinen sind auch in dieser Etage die Trilobiten noch vorwaltend und in 60 Species vorhanden; Orthoceren, als die einzigen Cephalopoden, sind nur in sehr sparsamen Resten angedeutet; die Pteropoden werden durch *Conularia* und *Pugiunculus*, die Heteropoden durch einige Species von *Bellerophon*, die Gasteropoden durch *Pleurotomaria* und *Holopea* vertreten. Von Brachiopoden erscheinen mehre Species von *Orthis* in allen Abtheilungen, so wie *Orbicula*, *Lingula*, *Spirifer*, *Leptaena* und *Terebratula* in den glimmerreichen Schiefern. In denselben Schiefern bilden Cystideen ganze Schichten von 1 bis 2 Meter Stärke; dagegen sind Krinoiden und Asterien äusserst selten, desgleichen Polypen, von denen *Calamopora fibrosa*, *C. Gottlandica* und Graptolithen in den genannten Schiefern und ihren Kalksteinsphäroiden vorkommen. Ueberhaupt aber ist, mit Ausnahme der Trilobiten und Cystideen, alles Uebrige nur sehr sparsam vorhanden. Von Pflanzen finden sich Fucoiden in allen Höhen dieser Etage, jedoch undeutlich.

Die häufigsten oder besonders charakteristischen Formen sind folgende:

1) in den Schiefern d^1:

Amphion Lindaueri, selten in Böhmen; die sehr verwandte Form *A. Fischeri* findet sich häufig in Russland so wie in Schweden. *Placoparia*, häufig in Portugal, Spanien und Frankreich. *Orthis redux*, gemein höher aufwärts in d^2.

2) in den Quarziten der Drabow-Berge d^2:

* *Acidaspis Buchii*, kommt auch in Frankreich vor. *Asaphus grandis*, äusserst selten. * *Calymene pulchra*, sehr charakteristisch für d^2 und d^4, ähnlich der *C. Verneuili*; *C. parvula*. * *Cheirurus claviger*, sehr charakteristisch für d^2, geht bis d^4; ähnliche Species in Frankreich, der analoge *Ch. Sedgwicki* in England. * *Dalmania socialis*, höchst charakteristisch, geht durch ganz *D*, ist überall vorhanden und auch in Frankreich bekannt; * *D. Phillipsi*, analoge Formen auch in Frankreich und England. * *Illaenus Panderi*, ist charakteristisch, findet sich aber noch häufiger in d^4. *Trinucleus Goldfussii*, bezeichnend für d^2; * *T. ornatus*, beginnt hier und geht durch ganz *D*. *Orthoceras* und *Conularia* sind seltene Erscheinungen, so auch ein *Bellerophon*, ähnlich dem *B. bilobatus* aus England.

Nucula Bohemica beginnt hier, wird sehr häufig in d^4. *Agelacrinus*, sehr selten, parasitisch auf Orthoceren und Conularien.

3) in den schwarzen blättrigen Schiefern d^3:

Aeglina, in allen Species selten; *Dionide*, fast nur in Fragmenten; *Pugiunculus*, ein wichtiges, durch die ganze Silurformation gehendes Genus.

4) in dem glimmerreichen Grauwackenschiefer d^4:

zuvörderst sind die unter 2 mit einem * aufgeführten Species sehr verbreitet; ferner finden sich:

Asaphus nobilis, häufig, doch nur in Fragmenten; sehr charakteristisch, der Vertreter von *A. tyrannus* in England und *A. Barrandei* in Frankreich. *Calymene incerta* sehr verbreitet; *Illaenus Wahlenbergianus*; *Arethusina*, nur in den Colonieen; *Telephus fractus*; *Conularia parva*, sehr charakteristisch; *Pugiunculus*, zumal *P. striatulus* und *elegans*; *Pleurotomaria* in mehren noch nicht benannten Species; *Nucula Bohemica*, häufig; *Cardiola interrupta* und *fibrosa*, beide in Colonieen; *Leptaena pseudoloricata* und *aquila*, sehr charakteristisch; *Spirifer viator*, nur in Colonieen; *Lingula attenuata* und *Orbicula rugata*, nicht häufig; *Terebratula*, sehr selten; *Cystideen*, in verschiedenen sehr charakteristischen Formen; *Asterien*, sehr schön aber äusserst selten; *Calamopora Gottlandica*, nur in den Colonieen.

5) in dem gelblichgrauen Schiefer d^5:

Ampyx Portlocki, nicht häufig, aber doch charakteristisch; *Remopleurides radians*, nur in diesen Schichten; *Dalmania Phillipsi*, *Asaphus nobilis*, *Illaenus Hisingeri*, *Telephus fractus*, *Agnostus tardus*, die letzte Species dieses Geschlechtes. Die Cytheriniden werden durch *Beyrichia* u. a. Geschlechter repräsentirt.

Die ganze Etage *DD'* ist durch ihre Fauna als das Aequivalent der Englischen Llandeilo- und Caradoc-Gruppe, überhaupt also als das Aequivalent der Untersilurformation Englands charakterisirt, mit Ausnahme der *trappean group*, welche der Etage *C* entspricht.

3) Obere Silurformation; sie ist von weit geringerer räumlicher Ausdehnung, bildet die innerste Mulde des ganzen Bassins, ragt inselartig über ihre nächsten Umgebungen auf, und besteht fast nur aus Kalksteinen mit sehr wenig Schiefer; allein die Kalksteine sind verschieden, und werden zuletzt von Schiefer bedeckt, so dass überhaupt vier Etagen, *E*, *F*, *G* und *H* zu unterscheiden sind, welche jedoch durch concordante Lagerung und durch Uebergänge mit einander verbunden werden.

Untere Kalkstein-Etage *E*. Ihre untere Gränze wird durch die obersten Quarzite von *D'*, und ihr Anfang überall durch Grünstein und graptolithenführende Schiefer bezeichnet. Diese Grünsteine bilden rings um das Kalksteinbassin einen Gürtel, erscheinen bald ungeschichtet, bald geschichtet und mit den Schiefern verbunden, sind aber jedenfalls vor der Bildung des Kalksteins abgesetzt worden. Ueber ihnen liegen schwarze Graptolithenschiefer, in welchen Kalksteinsphäroide, von Faustgrösse bis zu 60 Centim. Durch-

messer, lagenweise geordnet auftreten; diese werden allmälig immer zahlreicher und bilden endlich stetige Schichten, während die Schiefer zurücktreten und zuletzt verschwinden. — Der Kalkstein dieser Sphäroide und Schichten ist meist schwarz bis dunkelgrau, dicht oder durch Krinoidenreste krystallinisch, von weissen Kalkspathadern durchschwärmt, reich an Eisenkies, arm an Quarz, stets stinkend beim Anschlagen.

Die Fauna dieser Etage ist die reichste an Geschlechtern und Arten. Die Trilobiten treten in 76 Species auf, und die, bisher nur durch einige Orthoceren angedeuteten Cephalopoden gewinnen eine ganz ausserordentliche Entwicklung, so dass an 220 Species aus 8 Geschlechtern, nämlich

von *Orthoceras* 95 bis 100,	von *Phragmoceras* 8 bis 9,
- *Cyrtoceras* 65 bis 70,	- *Ascoceras* 7,
- *Trochoceras* 14 bis 16,	- *Lituites* 4 bis 5, und von
- *Gomphoceras* 14 bis 16,	- *Nautilus* 2

Species auftreten; die Orthoceren und Cyrtoceren erfüllen ganze Bänke, während die übrigen seltner vorkommen. Die Pteropoden sind wiederum nur durch *Conularia* und *Pugiunculus*, die Heteropoden durch *Bellerophon* repräsentirt. Die Gasteropoden zeigen 70 bis 80 Species, darunter mehr als 20 von *Capulus;* die übrigen gehören den Geschlechtern *Euomphalus*, *Natica*, *Murchisonia*, *Pleurotomaria*, *Turbo* und *Turritella*. Die Acephalen haben an 80 Species, namentlich aus den Geschlechtern *Cardiola*, *Avicula*, *Mytilus*, *Cardium* und *Pleurorhynchus* geliefert. Die früher kaum angedeuteten Brachiopoden zeigen über 60 Species, nämlich

von *Terebratula* 26,	von *Leptaena* 11,
- *Pentamerus* 2,	- *Chonetes* 1,
- *Spirifer* 12,	- *Orbicula* 4,
- *Orthis* 7,	- *Lingula* 1

Species, gewinnen aber das Maximum ihrer Entwickelung erst in der folgenden Etage. Von Echinodermen finden sich nur wenige Krinoiden, deren Glieder aber in grosser Menge vorkommen und ganze Schichten bilden. Von Korallen endlich kennt man bereits 25 bis 30 Species, darunter 20 von Graptolithen, ferner *Calamopora*, *Porites*, *Cyathophyllum*, *Catenipora* u. a. Formen. Tentaculiten fehlen noch gänzlich.

Als die wichtigsten Fossilien sind etwa folgende zu nennen:

Von Trilobiten:

Calymene Baylei und *diademata; Cyphaspis Burmeisteri; Arethusina Konincki; Illaenus Bouchardi; Ampyx Rouaulti; Acidaspis Verneuili, A. Leonhardi, A. Römeri, A. mira, A. Prevosti, A. radiata; Cromus Beaumonti* und *Bohemicus; Cheirurus insignis* und *Quenstedti; Harpes ungula; Lichas scaber* und *palmatus; Proëtus decorus, P. intermedius, P. venustus, P. Archiaci, P. striatus; Phacops foecundus, Ph. Volborthi, Ph. Glockeri, Ph. trapeziceps, Ph. bulliceps; Sphaerexochus mirus; Staurocephalus Murchisoni; Deiphon Forbesi* und *furcifer; Bronteus planus, B. Partschi, B. Haidingeri.*

Von Cephalopoden:

Orthoceras dulce, O. subannulare, O. annulatum, O. Bohemicum, O. originale, O. araneosum (vielleicht schon Cyrtoceras), *O. nobile, O. Hörnesi, O. ge-*

minorum, *O. pelagicum* (wird sehr gross), *O. styloideum*, *O. truncatum*; *Cyrtoceras corbulatum*, *C. elongatum*, *C. imperiale*, *C. corniculum*, *C. subuloideum*, *C. quasirectum*, *C. Beaumonti*, *C. Murchisoni*; *Trochoceras Sandbergeri*, *T. trochoides*, *T. nodosum*; *Gomphoceras amphora* und *Bohemicum*; *Phragmoceras imbricatum* und *Broderipi*; *Lituites simplex* und *rudens*.

Von Heteropoden, Gasteropoden und Conchiferen:

Bellerophon plebejus; *Capulus elegans*, *C. anguis*, *C. robustus*, *C. priscus*; *Pleurotomaria undulata*; *Cardiola interrupta*, *C. fibrosa*, *C. spuria*, *C. gibbosa*.

Von Brachiopoden:

Terebratula linguata, *T. Sappho*, *T. Megaera*, *T. reticularis*, *T. navicula*, *T. obovata*, *T. tumida*, *T. ypsilon*, *T. latesinuata*, *T. Niobe*, *T. Hebe*; *Pentamerus caducus*, *P. Knightii*, *P. linguiferus*; *Spirifer togatus*, *Sp. viator*, *Sp. trapezoidalis*, *Sp. tenellus*, *Sp. petasus*, *Sp. crispus*; *Lingula attenuata*; *Orbicula truncata* und *rugata*; *Orthis elegantula*, *O. orbicularis*, *O. pecten*; *Leptaena depressa*, *L. transversalis*, *L. euglypha*, *L. funiculata*, *L. imbrex*, *L. miranda*.

Von Krinoiden und Korallen:

Siphocrinus elegans; *Calamopora Gottlandica*, *C. polymorpha*, *C. fibrosa*, *C. spongites*, *C. alveolaris*; *Cyathophyllum grande*; *Catenipora escharoides*; *Porites tubulata*, *P. favus*, und in den Schiefern sehr viele Graptolithen.

Mittlere Kalkstein-Etage *F*. Obwohl concordant und ohne scharfe Gränze der vorigen Etage aufgelagert, zeigt sie doch selbst in petrographischer Hinsicht einen auffallenden Contrast, wie man im Thale von St. Iwan, von Lochkow und am Moldauufer bei Prag beobachten kann. Dieser Kalkstein ist nicht stinkend, meist hellfarbig und oft weiss, wie zumal bei Mnienian und Konieprus, obgleich auch graue und schwarze, und bisweilen bunte Varietäten vorkommen. Nierenbildung zeigt er nicht, wohl aber zuweilen eine pseudofragmentare Ausbildung, indem das Gestein aus regellos gestalteten, von einer dünnen Thonlage umhüllten Stücken besteht; zugleich wird es kieselig oder führt Hornstein-Nieren, was jedoch in den fossilreichen Schichten niemals der Fall ist.

Die Fauna offenbart eine allgemeine Verminderung der Lebenswelt; desungeachtet sind noch 74 Species von Trilobiten vorhanden, welche ganz besonders den Geschlechtern *Proëtus* (26), *Bronteus* (18) und *Phacops* (8) angehören, von denen einige Species, wie z. B. *Bronteus campanifer* und *palifer* recht gross werden; dazu gesellen sich 8 Species von *Cytherina*. Die Cephalopoden sind bedeutend reducirt, indem

von *Orthoceras* nur 10 bis 15,	von *Trochoceras* 1,
- *Cyrtoceras* - 3 - 4,	- *Goniatites* 3—4,
- *Gyroceras* 1,	- *Nautilus* 3—4

Species erscheinen. Die Pteropoden zeigen eine *Conularia* und ein paar Formen von *Pugiunculus*, die Heteropoden einige Bellerophonten; auch die Gasteropoden und Conchiferen sind vermindert; dagegen erlangen die Brachiopoden hier das Maximum ihrer Entwickelung, indem

von *Terebratula*	48,	von *Leptaena*	18,
- *Pentamerus*	9,	- *Chonetes*	3,
- *Spirifer*	22,	- *Orbicula*	2,
- *Orthis*	4,	- *Lingula*	1,

überhaupt also 107 Species vorkommen. Die Echinodermen werden durch Krinoiden, die Korallen durch *Calamopora Gottlandica* und *fibrosa*, durch viele Species von *Retepora, Fenestella, Hemitrypa* u. a. vertreten. Tentaculiten erscheinen hier zum ersten Male, doch sehr klein und selten.

Als einige der wichtigsten Species sind folgende zu nennen:

Von Trilobiten:

Harpes venulosus und *reticulatus*; *Lichas Haueri*; *Phacops foecundus* und *breviceps*; *Proëtus Bohemicus, P. orbitatus, P. neglectus, P. tuberculatus, P. unguloides, P. complanatus*; *Cyphaspis Barrandei*; *Acidaspis vesiculosa, A. radiata, A. Hoernesi*; *Cheirurus Sternbergi*; *Bronteus palifer, B. campanifer, B. Dormitzeri, B. Brongniarti, B. umbellifer*.

Von Cytheriniden giebt es z. Th. sehr grosse, welche 7 bis 8 Centimeter Länge erreichen.

Von den überhaupt seltenen Cephalopoden ist *Gyroceras alatum* eine merkwürdige Form.

Von Gasteropoden und Conchiferen:

Euomphalus tubiger, E. eximius, E. funatus; *Tuba spinosa*; *Capulus rostratus, C. conoideus, C. apridens*; *Natica gregaria*, *Turritella Verneuili* (sehr gross); *Pleurorhynchus* in mehren Species; *Avicula mira*.

Von Brachiopoden:

Terebratula reticularis, T. princeps, T. herculea, T. compressa, T. passer, T. nympha, T. Haidingeri, T. eucharis; *Pentamerus linguiferus, P. Sieberi, P. acutolobatus, P. galeatus*; *Spirifer togatus, Sp. Nerei, Sp. indifferens, Sp. robustus, Sp. secans, Sp. najadum*; *Leptaena Verneuili, L. fugax, L. Bohemica, L. Stephani, L. Phillipsi, L. Bouei*; *Orthis occlusa, O. Gervillei, O. distorta, O. palliata*; *Chonetes embryo, Ch. Verneuili*.

Obere Kalkstein-Etage *G*. Sie entwickelt sich allmälig aus der vorhergehenden Etage, doch sind ihre Schichten mächtiger, und meist aus nuss- bis kopfgrossen, durch Thon verbundenen Partieen zusammengesetzt. Der Kalkstein selbst ist dicht, meist grau, bisweilen grünlich oder röthlich, oft von Kalkspathadern durchzogen. Thonschieferlagen trennen die Kalksteinschichten, werden nach oben immer häufiger und mächtiger, während die Kalkschichten immer sparsamer und schwächer werden, bis endlich nur Thonschiefer mit Kalkstein-Nieren auftritt.

Die Fauna dieser Etage ist noch ärmer, als jene von *F*; die Trilobiten sinken auf 40 Species herab, unter denen diejenigen der vier Geschlechter *Dalmania, Bronteus, Phacops* und *Proëtus* die wichtigsten sind; alle übrigen Thierclassen erscheinen nur sehr dürftig repräsentirt; von *Orthoceras* kennt man nur 4, von *Nautilus, Lituites, Cyrtoceras* und *Gyroceras*

nur je eine Species; dazu gesellen sich ein paar zweifelhafte Goniatiten, undeutliche Kerne von *Turritella* oder *Murchisonia*, und einige Cardiaceen. Auch die Brachiopoden sind sehr reducirt; Krinoidenglieder erscheinen selten, Tentaculiten sehr klein und selten, und von Korallen nur eine *Turbinolia*.

Die wichtigsten Trilobiten sind:

Harpes Orbignyanus; *Calymene interjecta*; *Dalmania Hausmanni*, *D. rugosa*, *D. Reussii*, *D. auriculata*; *Phacops foecundus*, *Ph. cephalotes*, *Ph. Bronnii*, *Ph. Sternbergi*; *Proëtus Loveni*, *P. sculptus*; *Cyphaspis Barrandei*; *Acidaspis Hörnesi*; *Cheirurus gibbus*, *Ch. Sternbergi*; *Bronteus formosus* und *B. Brongniarti*.

Von Brachiopoden kennt man nur:

Terebratula reticularis, *T. obovata*, *T. tarda*; *Spirifer superstes*; *Pentamerus linguiferus* und *Leptaena depressa*.

Etage der culminirenden Schiefer *H*. Bis 100 Meter mächtig, doch nur in einzelnen, noch rückständigen Parcellen vorhanden. Das Gestein ist ein weicher, leicht zerwitternder Schiefer, meist grau oder schmutzig gelb, bisweilen grünlich oder fast schwarz, mächtig geschichtet und mit unreinen Quarziten abwechselnd. Bei Hostin findet sich eine 3 bis 4 Centimeter starke Lage Steinkohle in Begleitung von Fucoiden.

Die Fauna ist ausserordentlich arm; von Trilobiten kennt man nur *Phacops foecundus*, *Proëtus superstes* und *Cheirurus Sternbergi*, von Cephalopoden 2 Orthoceren und 1 Lituiten, von Brachiopoden 1 *Leptaena* und 1 *Terebratula*, von Acephalen eine *Avicula* und von Gasteropoden unbestimmbare Kerne. Schöne Tentaculiten finden sich an mehren Orten, doch nur in 2 Species, nämlich *T. clavulus* und *T. elegans*.

Während das silurische Bassin Böhmens, bei seinem ausserordentlichen Reichthum an organischen Ueberresten, ein wahrhaft classisches Beispiel für die Ausbildungsweise der Silurformation liefert, so können die in anderen Gegenden Teutschlands nachgewiesenen silurischen Ablagerungen zur Zeit noch keinen Anspruch auf eine solche Bedeutung machen. Man kennt aber dergleichen Ablagerungen in Sachsen, am Thüringer Walde, in Schlesien, am Harze und in den Oesterreichischen Alpen.

In Sachsen und in den Reussischen Fürstenthümern existirt zwar die silurische Formation; allein ausser den an vielen Puncten zahlreich vorkommenden Graptolithen, und dem in der Gegend von Schleiz nachgewiesenen *Tentaculites tenuis* sind bis jetzt, bei der Seltenheit organischer Ueberreste, kaum andere Beweise ihres Daseins geliefert worden. Indessen reicht schon das Vorkommen der Graptolithen hin, um die Behauptung zu rechtfertigen, dass nicht nur im Erzgebirgischen Bassin (bei Langenstriegis), sondern auch in dem Landstriche von Ronneburg über Zeulenroda, Schleiz, Pausa, Saalburg und weiterhin die silurische Formation wirklich vorhanden ist. Denn die

schwarzen Kieselschiefer, Thonschiefer und Alaunschiefer der genannten Gegenden sind an vielen Puncten graptolithenführend.

Später hat Richter im südöstlichen Theile des Thüringer Waldes, ausser mehren im Alaunschiefer vorkommenden Graptolithen, auch noch andere Beweise für das Dasein silurischer Bildungen aufgefunden, indem es ihm geglückt ist, in dortigen Schieferschichten dieselben Fossilien nachzuweisen, welche Murchison aus der Englischen Silurformation unter den Namen *Nereites cambrensis* und *Myrianites Mac-Leaii* beschrieben hat; in ihrer Begleitung finden sich auch ein *Nautilus* und ganz eigenthümliche, vielfach verzweigte Formen, welche Richter einstweilen mit dem Namen *Lophoctenium* versehen hat. In einem noch tieferen Schichtensysteme der dortigen Grauwacke ist ein fucoidenähnliches Fossil sehr verbreitet, welches er vorläufig als *Phycodes* bezeichnet; auch fand sich daselbst das Pygidium eines Trilobiten. (Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, 456 f. und II, 198 f.)

In Schlesien hat uns Oswald, bei Sadewitz, Oberschmollen und Neuschmollen, südlich von Oels, Kalksteine kennen gelehrt, welche durch ihre Fossilien (*Catenipora labyrinthica* und *escharoides*, *Orthis testudinaria* und *transversalis*, *Calymene Blumenbachii*, *Illaenus crassicauda*, *Echinosphaerites* u. a.) ganz unzweifelhaft als silurische Gesteine charakterisirt sind.

Ob ein Theil der Uebergangsformation der Rheinlande und Oberfrankens der silurischen Formation angehört, wie man früher angenommen hat, darüber dürfte noch durch fernere Untersuchungen zu entscheiden sein. Dagegen hat A. Römer am Harze, nämlich im Klosterholze bei Ilsenburg, einen Kalkstein nachgewiesen, welcher durch viele Terebrateln und andere Brachiopoden ausgezeichnet ist, wie solche grossentheils bei Konieprus in Böhmen vorkommen, wodurch denn die wirkliche Existenz silurischer Schichten am Harze erwiesen sein dürfte. (*Palaeontographica* von Dunker und Meyer, B. III, 1850, S. 55.)

In den Salzburger Alpen, bei Dienten unweit Werfen, finden sich in einem schwarzen, graphitreichen, dem Eisenspathe eingeschalteten Thonschiefer verkieste Fossilien, als *Orthoceras gregarium*, *O. styloideum*, *O. striatum*, *Cardiola interrupta* u. a., durch welche die betreffenden Schichten als silurische bezeichnet werden; v. Hauer hält es für höchst wahrscheinlich, dass auch die übrigen, am Nordabhange der Central-Alpen, von Neunkirchen bis gegen Hall in Tyrol fortziehenden Eisenspathstöcke ebenfalls in silurischem Grauwackenschiefer liegen. (Haidingers Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturw. I, 187, und Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. 1850, S. 275.)

§. 326. *Silurische Formation in Russland*, *Schweden und Norwegen*.

Schon früher war die Uebergangsformation Westrusslands, namentlich aus der Umgegend von Petersburg, durch Strangways und Pander beschrieben worden*), bis man, nach der Erscheinung von Murchison's

*) Strangways in *Trans. of the geol. soc. V*, 2, *p.* 403 ff. und Pander, Beiträge zur Geognosie des Russischen Reiches, 1831.

Werk über die Englische Silurformation, zu der Erkenntniss gelangte, dass auch sie ganz entschieden der silurischen Periode angehöre*).

Diese westrussische Silurformation verbreitet sich von Petersburg aus einerseits nach Westen, längs der Südseite des Finnischen Meerbusens durch ganz Esthland bis auf die Inseln Dagöe und Oesel, anderseits nach Osten, an der Süd- und Südostseite des Ladogasees, und wird an ihrer südlichen und östlichen Gränze von der devonischen Formation bedeckt, welche sich von Curland bis nach Woronesch und Archangel ausdehnt. Ihre Schichten fallen, mit Ausnahme einiger localer, schon von Strangways beschriebenen Dislocationen, im Allgemeinen nur 2 bis 3° nach SSO., liegen also fast horizontal, und bilden ein flachhügeliges Land, wodurch, so wie durch ihre geringe Mächtigkeit, sich diese Formation sehr auffallend von der Englischen Silurformation unterscheidet. Auch ihre Gesteine erinnern eher an Kreide und Tertiärbildungen, als an die älteste Sedimentformation. Blauer Thon und Schieferthon, loser Sand und Sandstein, bituminöse Schiefer und hellfarbiger thoniger Kalkstein constituiren in der hier genannten Reihenfolge die ganze Formation, wie Strangways schon im J. 1819 erkannte. Durch ihre Fossilien wird sie grösstentheils als untersilurisch charakterisirt; nur im südlichen Esthland, auf Dagöe und Oesel erscheint auch die obere Abtheilung, während in den östlichen Gegenden die Untersilurformation unmittelbar von der devonischen Formation überlagert wird.

Im Allgemeinen lassen sich in der unteren Silurformation des westlichen Russland drei Etagen unterscheiden:

1) Thon und Schieferthon, meist blaulich oder grünlichgrau, bisweilen sandig oder glimmerhaltig; er ist durch Bohrlöcher bei Petersburg und Reval mehre hundert Fuss mächtig erkannt worden, hält aber, ausser einigen Fucoiden, gar keine organischen Ueberreste.

2) Sand und Sandstein. Der blaue Thon wird nach oben sandig, und geht endlich in weissen, feinen Quarzsand über, welcher weiter aufwärts gelb wird, und sich dann zu einem gelben, rothen, braunen, oft grell buntfarbigen Sandstein ausbildet; dieser wechselt nach oben mit schwarzem, bituminösem Schiefer, der ihn zuletzt bedeckt. Der Sandstein wird durch die, oft in grosser Menge angehäuften Ueberreste von *Obolus Apollinis* (Unguliten Pander's) charakterisirt, enthält aber ausserdem fast nur ein paar Species von *Orbicula*; der Schiefer führt selten Fossilien, in Esthland jedoch Graptolithen.

3) Kalkstein, Pleta genannt. Meist gelblichgrau, zuweilen grün, roth oder hochgelb gefleckt, mehr oder weniger thonig, nach unten sehr reich an Glaukonitkörnern, nach oben frei davon; seine Schichten werden durch

*) Leopold v. Buch, in Karstens und v. Dechens Archiv, B. 15, 1840, S 5 ff. und in Beiträgen zur Bestimmung der Gebirgsformationen Russlands.

röthlichgraue oder grünlichgraue Schieferthonlagen getrennt, bis zuletzt dunkel braungraue, erdige, plattenförmige Kalksteine folgen. Zwischen Zarskoselo und Duderhof, an der Pulkovka, Popovka *) und Tosna, so wie an den Küsten von Esthland ist dieser Kalkstein am besten entblöst. Von seinen zahlreichen organischen Ueberresten erwähnen wir:

Chaetetes Petropolitanus,	*Leptaena imbrex*,
Echinosphaerites aurantium,	*Orthoceras duplex*,
. *pomum*,	 *vaginatum*,
Lingula longissima Pand.,	*Illaenus crassicauda*,
Spirifer lynx,	*Asaphus expansus*,
Orthis calligramma,	 *tyrannus* oder *heros*,
. . . *obtusa Pand.*,	*Ogygia Buchii* selten,
. . . *inflexa Pand.*,	*Calymene sclerops Dalm.*,
. . . *ascendens Pand.*,	 *polytoma Dalm.*,
. . . *hemipronites Buch*,	*Ampyx nasutus Dalm.*

Die obere Silurformation ist auf den Inseln Dagöe und Oesel entwickelt, und wird, wie auf der Insel Gottland, besonders durch zwei Kalkstein-Etagen repräsentirt, welche der Wenlock- und Ludlowgruppe entsprechen, wie diess namentlich für die untere Etage durch ihre Fossilien, als: *Millepora repens*, *Catenipora escharoides* und *labyrinthica*, *Calamopora Gottlandica* und *polymorpha*, *Aulopora serpens*, *Porites piriformis*, *Cyathophyllum turbinatum*, *Terebratula tumida* und *reticularis*, *Orthis orbicularis*, *Tentaculites annulatus*, *Calymene Blumenbachii* und viele andere Formen vollkommen erwiesen wird.

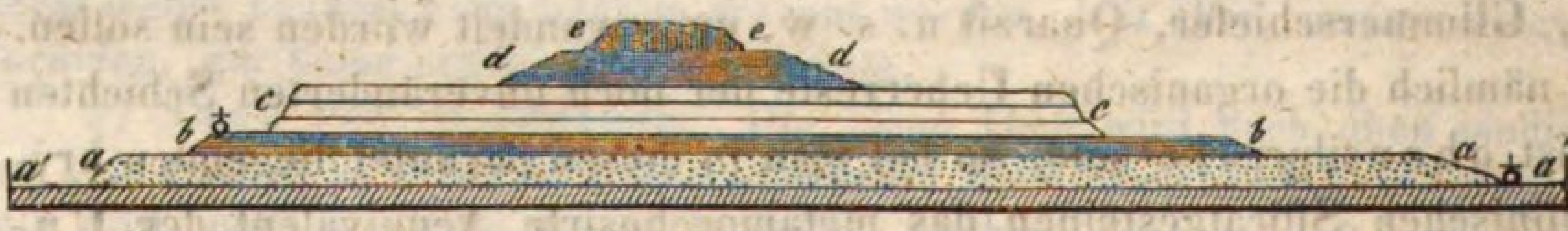
Mit ganz anderen Eigenschaften und unter ganz anderen Verhältnissen erscheint die Silurformation im östlichen Russland, am Ural, längs dessen westlichem Abfalle eine fast ununterbrochene Zone von silurischen Gesteinen bekannt ist, deren Schichten jedoch steil aufgerichtet, dislocirt und, nach Murchison und Verneuil, gar häufig zu Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit u. s. w. umgewandelt worden sein sollen. Da nämlich die organischen Ueberreste der noch unveränderten Schichten meist obersilurische sind, so hat man in diesen darunter liegenden krystallinischen Silicatgesteinen das metamorphosirte Aequivalent der Untersilurformation zu finden gemeint. (*The Geology of Russia etc.* 1845, *p.* 464 f.)

Auch in Scandinavien finden sich bedeutende silurische Ablagerungen, welche einestheils, wie im südlichen Schweden, auf Oeland und Gottland, noch horizontal gelagert sind, anderntheils, wie in Norwegen und Dalekarlien, durch spätere Dislocationen in ihrer Lagerung mehr oder weniger gestört erscheinen.

*) An diesen beiden Flüssen kommen auch die merkwürdigen Dislocationen und Schichtenwindungen vor, welche Strangways und Pander beschrieben haben.

Wie noch gegenwärtig in Ostgothland, so müssen auch ehemals in Westgothland die silurischen Schichten über einen bedeutenden Theil des Landes eine stetig ausgedehnte horizontale Decke gebildet haben, welche daselbst später von einer Trappdecke überlagert wurde. Durch gewaltsame Ereignisse sind jedoch diese Ablagerungen grösstentheils zerstört und fortgeschafft worden, so dass nur einzelne Parcellen rückständig geblieben sind, welche durch ihren terrassenförmigen Bau und durch die auf ihren Gipfeln oft noch aufragenden Ueberbleibsel der Trappdecke eigenthümliche und sehr auffallende Erscheinungen in der dortigen Landschaft bilden. Diese alten Sedimentschichten, welche von unten nach oben die Reihenfolge: Sandstein, Alaunschiefer, Kalkstein und Thonschiefer erkennen lassen, wurden auf der, lange vorher nivellirten Oberfläche der Urgneissformation abgesetzt, welche auch stellenweise das Material zu den untersten Sandsteinschichten geliefert hat. Durch ihre Fossilien sind sie aber ganz entschieden als Glieder der Untersilurformation charakterisirt, welche in Westgothland, Ostgothland, Småland und Schonen, eben so wie auf Oeland und Bornholm, durch ihre ungestörte Lagerung wie durch ihre organischen Ueberreste, eine grosse Analogie mit der gleichnamigen Bildung Westrusslands beurkundet.

Die breiten, auf der Ostseite des Wenersees terrassenförmig aufsteigenden Kuppen Westgothlands, zu welchen der Billingen, der Mösseberg, Olleberg und andere Hügel um Fahlköping, der Kinnekulle, der Hunneberg und Halleberg gehören, haben schon lange die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Kinnekulle, der berühmteste unter diesen Bergen (der „Brocken Westgothlands" wie ihn Hausmann nennt), erhebt sich 726 Fuss über den Spiegel des Wenersees, und lässt von unten nach oben folgende Etagen erkennen:



a') Gneiss, in steil aufgerichteten Schichten;

a) Sandstein, gelblich weiss, feinkörnig und fest, etwa 70 F. mächtig, bildet die erste Terrasse, und bedeckt unmittelbar die Schichtenköpfe der Gneissformation; ausser undeutlichen Fucoiden kennt man in ihm noch keine Fossilien;

b) Alaunschiefer, braunlichschwarz, matt, dickschieferig, mit ellipsoidischen Nieren, welche in der Mitte aus dichtem Kalkstein, nach der Peripherie aus stängeligem Kalkspath bestehen, und nicht selten von weissen horizontalen Kalksteinlagen durchsetzt werden; dieser Schiefer ist 50 Fuss mächtig, und enthält in seinen Kalksteinnieren viele Trilobiten;

c) Kalkstein, roth oder grau, dicht, dünnschichtig, fast plattenförmig, reich an Orthoceren, Echinosphäriten und Trilobiten, ist 165 F. mächtig und bildet die zweite, stellenweise mit senkrechten Wänden abstürzende Terrasse;

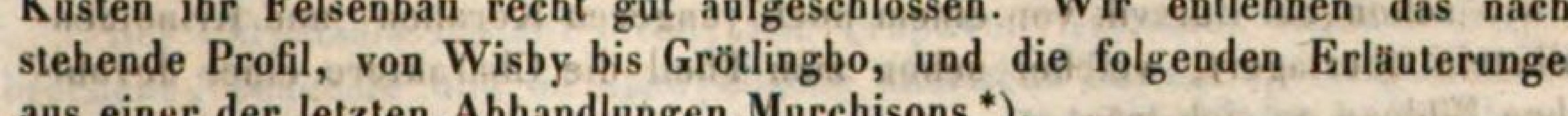
d) Thonschiefer, grünlichgrau mit vielen Graptolithen und anderen organischen Ueberresten;

e) Trapp, nach unten dicht und horizontal plattenförmig, nach oben immer deutlicher krystallinisch und in verticale Pfeiler und Säulen abgesondert.

Aehnlich ist die Zusammensetzung der übrigen Berge, nur dass an einigen derselben diese oder jene Etage vermisst wird, und an anderen, wie z. B. am Hunneberge und Halleberge, der Trapp unmittelbar dem Alaunschiefer aufliegt. In Ostgothland, wo die silurische Formation eine weit ausgedehnte Ebene bildet, besteht sie gleichfalls von unten nach oben aus Sandstein, Alaunschiefer und Kalkstein. Eben so lässt die, der Küste von Småland vorliegende Insel Oeland noch ganz dieselbe Zusammensetzung aus denselben drei Gliedern erkennen. Dass aber auch diese Insel noch untersilurisch ist, diess beweisen die im Kalksteine vorkommenden Fossilien, von welchen wir nur *Echinosphaerites aurantium* und *E. pomum*, *Caryocystites granatum*, *Orthis calligramma*, *O. moneta*, *Orthoceras duplex*, *O. vaginatum* und *Asaphus expansus* hervorheben.

Die Insel Gottland wird dagegen ganz entschieden von der Obersilurformation gebildet; wie denn Hisinger schon im Jahre 1826 aus petrographischen und paläontologischen Gründen die Ueberzeugung aussprach, dass die dortigen Bildungen als jüngere Glieder der Uebergangsformation zu betrachten seien. Diese Ansicht ist später vollkommen bestätigt und namentlich von Murchison bestimmter dahin ausgesprochen worden, dass das Gottlander Schichtensystem eine vollständige Entwicklung der Obersilurformation, eine genaue Parallelbildung der Wenlock- und Ludlowgruppe Englands darstellt. In der obersten Etage dieses Schichtensystems treten auch die merkwürdigen oolithischen Kalksteine auf, von welchen oben (S. 302) die Rede gewesen ist.

Obgleich diese grosse Insel nirgends 300 F. hoch über dem Meeresspiegel aufragt, und einen ganz flachen Landstrich bildet, so ist doch an den steilen Küsten ihr Felsenbau recht gut aufgeschlossen. Wir entlehnen das nachstehende Profil, von Wisby bis Grötlingbo, und die folgenden Erläuterungen aus einer der letzten Abhandlungen Murchisons *).



Wisby Högklint Klinteberg Grötlingbo

*) *Quart. Journ. of the geol. soc. III*, 1847, *p.* 19 f. Da Wisby von Grötlingbo viele Meilen entfernt ist, so hat man sich die Schichten beinahe horizontal zu denken, was freilich in dem Holzschnitte, bei der unverhältnissmässigen Grösse der verticalen zu den horizontalen Dimensionen, nicht gehörig hervortritt.

Die bei Wisby anstehenden Schichten bilden auch den weiter nördlich liegenden Theil der Insel. Als tiefste Etage sieht man dort dunkelgrauen Schiefer (*a*) mit Kalksteinnieren, ganz ähnlich dem Wenlockschiefer Grossbritanniens, mit *Terebratula plicatella* und *T. prisca* (d. h. *reticularis* und *aspera*), *Leptaena depressa*, *Spirifer bilobus*, *Orthis elegantula* und anderen Fossilien. Darauf folgt zunächst ein röthlicher Krinoidenkalkstein (*b*), in 3 bis 4 Fuss mächtigen Schichten, nach oben bei Hög-Klint in grauen Kalkstein übergehend, der grosse, unregelmässige Concretionen, ähnlich den *ballstones* (S. 349) des Wenlockkalksteins, umschliesst. Da nun diese Kalksteinbildung durch ihre Fossilien, wie z. B. durch *Catenipora escharoides*, *Calamopora Gottlandica*, *Stromatopora concentrica*, *Cystiphyllum helianthoides*, *Porites piriformis*, *Eucalyptocrinus decorus*, *Terebratula tumida*, *Pentamerus galeatus*, *Euomphalus rugosus* und *funatus*, *Orthoceras annulatum* und *ibex*, *Calymene Blumenbachii*, und durch sehr viele andere Formen ganz unzweifelhaft als das Aequivalent des Wenlockkalksteins charakterisirt wird, so dürften sich nicht leicht zwei gleichzeitige Ablagerungen nachweisen lassen, welche, bei einer Entfernung von 200 Meilen, eine so grosse petrographische und paläontologische Uebereinstimmung zeigen, wie die Kalksteine von Wisby und Wenlock.

Von Hög-Klint nach Süden lässt sich dieser Kalkstein bis nach der Bai von Klinte verfolgen, wo er von einem grünlichgrauen Schiefer (*c*) bedeckt wird, welchen Murchison dem unteren Ludlowschiefer vergleicht. Ueber diesem steigt terrassenförmig der Kalkstein von Klinteberg (*d*) auf, welcher mindestens 60 Fuss mächtig ist, und *Pentamerus Knightii*, *P. conchidium*, *Terebratula Wilsoni*, *T. prisca* so wie zahlreiche Korallen, darunter *Catenipora escharoides*, *Calamopora Gottlandica*, *Porites piriformis* nebst anderen, Korallenriffe bildenden Formen enthält, nach oben aber ein Aggregat von Krinoidenresten darstellt und von Murchison für das Aequivalent des Aymestry-Kalksteins gehalten wird

Endlich erhebt sich noch weiter südlich, bei Grötlingbo, eine neue Terrasse (*e*), welche aus sandigem Kalkstein und kalkigem Sandstein mit untergeordneten Schichten von oolithischem und pisolithischem Kalkstein besteht, und durch ihre Fossilien (z. B. durch *Avicula retroflexa*, *Chonetes striatella*, *Orthonota retusa*, *Turbo corallii* nebst vielen anderen Formen) als ein oberes Glied der Ludlowgruppe charakterisirt wird. Sie senkt sich ganz allmälig nach Süden ein, erreicht bei Hoburg den Meeresspiegel, und wird dort, so wie schon bei Bursvik von einem noch jüngeren Korallen- und Krinoidenkalkstein überlagert, welcher schon zum Theil die Charaktere einer devonischen Bildung an sich trägt.

In Norwegen lassen sich vorzüglich zwei grosse Regionen der Silurformation unterscheiden, nämlich das Territorium von Christiania und jenes vom Mjösensee *). Das erstere breitet sich besonders auf der Westseite des Christianiafjordes aus, und erstreckt sich südlich bis

*) Genaue Beschreibungen beider Territorien gab Keilhau in der *Gaea Norvegica I*, S. 1 ff. und S. 382 ff.

Frederiksvärn, nördlich bis an den südlichen Theil des Mjösensees, so dass seine Längenausdehnung an 24 Meilen beträgt; doch wird es in dem grössten Theile seines Gebietes von Syenit und Porphyr bedeckt. Das zweite Territorium liegt zu beiden Seiten des Mjösensees, gränzt südlich sehr nahe an das vorige, reicht nördlich bis gegen Lillehammer, und dehnt sich am meisten in ostwestlicher Richtung, vom Osenvand bis an den Randsfjord aus. In seinem Gebiete fehlen die genannten eruptiven Gesteine fast gänzlich; dafür wird es aber an seiner hangenden Gränze, also nach Norden und Westen, von krystallinischen Schiefern überlagert, welche sich ganz allmälig aus den unzweifelhaft sedimentären Schichten der Silurformation (stellenweise sogar im Streichen derselben) herausbilden sollen, und jener merkwürdigen und räthselhaften Formation angehören, deren Verhältnisse oben (S. 173 f.) in aller Kürze geschildert worden sind. Dazu gesellen sich aber noch andere, höchst auffallende Erscheinungen. So herrscht nach Keilhau in diesem ganzen Territorio das Streichen von ONO.—WSW., mit starkem und stets nach Norden gerichtetem Einfallen, weshalb sich für selbiges die Vorstellung eines silurischen Bassins gar nicht geltend machen lässt; vielmehr stellt es ein einziges, steil aufgerichtetes, paralleles Schichtensystem dar, dessen Querschnitt mehre Meilen lang ist, und an welches sich weiter nach Norden die krystallinischen Schiefer anschliessen. Ferner sind diese Schichten bei Tomle, mit 60 bis 90° nördlicher Neigung, der fast horizontalen Oberfläche des Gneisses aufgesetzt, dessen Schichten ebendaselbst 45° in SO. fallen*). Wie räthselhaft aber auch viele Erscheinungen des Mjösendistrictes sein mögen, so lassen es doch die organischen Ueberreste und die Aehnlichkeit seiner Gesteine mit denen des Christianiadistrictes kaum bezweifeln, dass wir es in beiden mit einer und derselben Bildung zu thun haben, welche, wie Lyell schon im Jahre 1837 erkannte, und später von Murchison**) ausführlicher bewiesen worden ist, ganz entschieden der Silurformation angehört.

Bei Christiania besteht diese, von eruptiven Gesteinen vielfach durchbrochene, bedeckte und metamorphosirte silurische Formation hauptsächlich aus dunkelfarbigem Thonschiefer, Alaunschiefer, Mergelschiefer und dichtem grauem Kalkstein, welcher letztere theils in selbständigen Zonen auftritt, theils mit dem Thonschiefer wechsellagert, theils linsenförmige Nieren im Mergel-

*) Keilhau, a. a. O. S. 385. Dieses Lagerungsverhältniss, von welchem Keilhau glaubt, dass es sich auch anderwärts wiederhole, würde ganz unbegreiflich sein, wenn es wirklich in grosser Ausdehnung stetig nachgewiesen werden könnte.

**) *The Geology of Russia*, *p.* 11 ff. und *Quart. Journ. of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 467 ff.

schiefer bildet, dergleichen auch im Alaunschiefer von Anthrakonit oder Stinkstein gebildet werden. Die Schichten sind vielfältig dislocirt, lassen aber doch in der nördlichen Hälfte des Christianiadistrictes ein starkes Einfallen nach NNW. als die herrschende Stellung erkennen, gerade so wie diess im ganzen Mjösendistricte der Fall ist.

In den untersten Etagen finden wir das Aequivalent der Untersilurformation Englands. Die tiefsten Schichten enthalten Fucoiden nebst Ueberresten von *Agnostus* und *Paradoxides;* andere führen *Trinucleus Caractaci, Ogygia Buchii, Asaphus tyrannus* nebst verschiedenen Orthoceren und anderen Cephalopoden, so wie mancherlei Species von *Orthis*, darunter *O. virgata* und *alternata*; also lauter, für die Englische Untersilurformation höchst charakteristische Formen. Dazu gesellen sich *Illaenus crassicauda, Asaphus expansus, Chaetetes Petropolitanus, Orthoceras duplex* und *Echinosphaerites aurantium*, welche sämmtlich für dieselbe Formation in Russland und Schweden bezeichnend sind.

Die höheren Etagen repräsentiren dagegen die Wenlock- und Ludlowgruppe, also die Obersilurformation. Dieselbe beginnt mit einem Kalkstein voll *Pentamerus oblongus;* weiter aufwärts aber folgen andere Schichten mit *Catenipora escharoides, C. labyrinthica* und manchen anderen silurischen Korallen, nebst vielen Conchylien und Trilobiten von demselben Charakter, als: *Leptaena depressa* und *euglypha, Terebratula reticularis, Calymene Blumenbachii, C. variolaris* und *C. macrophtalma*. Die höchsten, durch *Chonetes striatella, Terebratula Wilsoni* u. a. Formen ausgezeichneten Schichten werden in Ringerige von einer, vielleicht 1000 Fuss mächtigen Sandsteinbildung bedeckt, welche Murchison für *old-red-sandstone*, also für devonisch hält.

§. 327. *Silurische Formation in Nordamerika.*

Am Schlusse unsrer Betrachtungen müssen wir noch einen Blick auf die Silurformation Nordamerikas werfen, welche wegen ihrer ungeheuren Ausdehnung über einen Raum von 15 Breitengraden und 30 Längengraden, wegen der, grösstentheils noch ganz ungestörten horizontalen Lagerung, wegen der ausserordentlich vollständigen Entwicklung beider Abtheilungen, der Ober- wie der Unter-Silurformation, wegen ihres Reichthums an Kochsalz und Bleiglanz im Gebiete der letzteren Abtheilung, und wegen der immer noch sehr grossen Analogieen, welche sie mit den Europäischen Bildungen zeigt, als das grossartigste, reichhaltigste und interessanteste Beispiel der Silurformation zu betrachten ist*).

*) Nachdem Featherstonhaugh bereits im Jahre 1836 die Existenz der silurischen Formation in Nordamerika erkannt hatte, zeigte Conrad im Jahre 1838, dass die Uebergangsformation des Staates New-York eine sehr vollständige Aequiva-

Im Staate New-York, wo die Silurformation in der grössten Vollständigkeit vorliegt, lassen sich nach Verneuil in der unteren Abtheilung 6, und in der oberen Abtheilung 10 verschiedene Etagen unterscheiden, welche wir namentlich aufführen wollen, da sie in den Nordamerikanischen Berichten oft genannt werden.

A) Untersilurformation im Staate New-York.

1) Potsdam-Sandstein, feinkörniger, quarzitähnlicher Sandstein, über 100 F. mächtig, reich an *Lingula prima*, welche dem *Obolus Apollinis* Russlands sehr ähnlich ist, und gleichwie dieser eine Parallelstructur des Gesteins bedingt.

2) Kalkiger Sandstein (*calciferous sandstone*), ein sehr unreiner, sandiger, bisweilen dolomitischer oder auch oolithischer Kalkstein, 250 bis 300 F. mächtig, und arm an Fossilien.

3) Blackriver-Kalkstein, reinerer, blauer oder grauer Kalkstein, 150 F. mächtig, mit Lituiten, vielen Trilobiten, Orthoceren, die mitunter bis 8 und 9 F. lang sind, und mit Brachiopoden; auch enthält er, wie die vorigen beiden Etagen, viele Fucoiden.

4) Kalkstein von Trenton, schwarz, bituminos, dünnschichtig, 200—300 F. mächtig, sehr reich an Fossilien, zumal Trilobiten.

5) Schiefer von Utica, schwarz, etwa 75 F. mächtig, hält, mit Ausnahme von Graptolithen und Fucoiden, nur wenige Fossilien.

6) Gruppe des Hudsonflusses, 800 bis 900 F. mächtig, besteht aus hellgrünen Schiefern und aus Grauwacke, hält nach unten viele Graptolithen, nach oben Conchiferen, Orthoceren, Trilobiten u. a. Fossilien.

In den westlichen Staaten verschwinden die Sandsteine und Schiefer, so dass dort die Etagen 1 bis 3, und eben so die Etagen 4 bis 6 fast nur durch sehr mächtige Kalkstein-Ablagerungen repräsentirt werden.

Dass nun aber diese sechs Etagen und die in den westlichen Staaten sie vertretenden Kalksteine wirklich die untere Silurformation darstellen, diess wird nach Verneuil und James Hall durch ihre organischen Ueberreste vollkommen erwiesen. Der Lingula-Sandstein von Potsdam ist das Aequivalent des Obolen-Sandsteins, und die drei folgenden Etagen sind die Aequivalente der bituminösen Schiefer und des Orthocerenkalksteins von Schweden und Russland. Die Uticaschiefer und die Hudsonsgruppe endlich repräsentiren die Graptolithenschiefer, welche in Schweden den Orthocerenkalkstein überlagern.

lentbildung der Englischen sei (im *Report on the geol. survey of the state of New-York, I part, p.* 107 f.) und führte ein Jahr später in einem zweiten *Report* eine specielle Vergleichung für die verschiedenen Glieder durch. Ausführlicher geschah diess später von Verneuil, in seiner vortrefflichen Abhandlung: *Sur le parallelisme des roches des dépôts paléozoiques de l'Amerique septentrionale avec ceux de l'Europe* (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *IV*, 1847, *p.* 646 ff.) und von James Hall in seiner *Palaeontology of New-York*, 1847, wo aus der dortigen Untersilurformation 381 Species beschrieben werden.

Alle diese Schichten sind in Amerika mehr oder weniger reich an Fossilien, von denen sich wenigstens 30 Species als identisch, und viele andere als analog mit solchen der Europäischen Untersilurformation erweisen.

Die Untersilurformation hat in Nordamerika eine ausserordentliche Verbreitung. Von der Insel Anticosti folgt sie den Ufern des Lorenzostromes, zieht nördlich an den Seen Ontario, Huron und Michigan hin, und erreicht den Mississippi bei Dubuque. Auf der Ostseite folgt sie dem Rande des grossen Bassins vom Lorenzostrome bis nach Alabama; endlich tritt sie in der Mitte dieses Bassins in zwei grossen insularischen Partieen hervor, deren Mittelpuncte Cincinnati und Nashville sind.

B) Obersilurformation im Staate New-York.

7) Grauer Sandstein im westlichen, und

8) Conglomerat im östlichen Theile des Staates, bei Oneida; beide halten nur Fucoiden, und gehen nach oben ganz allmälig in das folgende Glied über.

9) Medina-Sandstein, roth oder bunt, sehr thonig, auch Schichten von Schieferletten und quarzitähnlichem Sandstein, von welchen die ersteren cylindrische Wülste (*Fucoides Harlani*), die letzteren *Lingula cuneata* enthalten; aus dieser Etage fliessen schon einige Salzquellen.

10) Clinton-Gruppe. Rothe Sandsteine und grüne Schieferthone mit untergeordneten Schichten von Kalkstein und von oolithischem Eisenerze, welches letztere z. B. am Genessee in einer zwar nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ F. mächtigen, jedoch über 20 Meilen weit zu verfolgenden Schicht vorkommt; reich an Fossilien, darunter *Pentamerus oblongus*, *Terebratula hemisphaerica* u. a. Europäische Formen; auch Graptolithen.

11) Niagara-Gruppe; in ihrem Gebiete liegt der berühmte Niagarafall; sie besteht nach unten aus Schieferthon, nach oben aus blaulichem Kalkstein, der meist etwas kieselig oder dolomitisch ist, auch Geoden von Gyps hält. Stellenweise ist diese Etage sehr reich an organischen Ueberresten.

12) Gruppe von Onondaga; eine wenigstens 800 Fuss mächtige, aus Schieferthon und Mergel, mit Kalkstein, Dolomit und Gypsstöcken bestehende Ablagerung, in welcher sehr viele Salzquellen entspringen, weshalb sie eine grosse Wichtigkeit erlangt. Fossilien fehlen fast gänzlich. Diese Etage ist nur auf den westlichen Theil von New-York beschränkt, und fehlt gänzlich in den inneren Staaten. Es folgen nun noch

13—16) vier, nur wenig mächtige Etagen, welche Verneuil zusammenfassen zu müssen glaubt, womit auch J. Hall ganz einverstanden ist. Sie sind am besten bei Schoharrie und in den Helderbergen entwickelt, liegen dort unmittelbar auf der Hudsonsgruppe, und scheinen die Niagaragruppe zu vertreten. Von unten nach oben unterscheidet man einen blaulichen, thonigen, dünnschichtigen Kalkstein

mit Tentaculiten*), Cytherinen u. a. Fossilien, einen dickschichtigen Kalkstein mit *Pentamerus galeatus*, eine Ablagerung von Thon und thonigem Kalkstein mit vielen Species von *Acroculia (Capulus)* u. a. Organismen, und endlich einen dichten Kalkstein, welcher noch einige andere Fossilien enthält.

In den westlichen Staaten Ohio, Kentucky, Indiana u. s. w. wird die Obersilurformation fast nur durch den sogenannten *Cliff-limestone* (S.305) dargestellt. Dieser Kalkstein ist nach unten meist kieselig, wird aber nach oben allmälig dolomitisch, ist oft bis zur Verwechslung ähnlich dem Kohlenkalksteine, unterscheidet sich jedoch schon durch seine Fossilien, unter welchen z. B. *Pentamerus oblongus* und *Catenipora escharoides* in erstaunlicher Menge vorkommen, wird besonders wichtig durch seinen Reichthum an Bleiglanz (S. 316), erlangt bei einer Mächtigkeit von 700 bis 800 Fuss eine ungeheure Verbreitung, indem er sich auch in Illinois und Wisconsin über grosse Flächen ausdehnt, und repräsentirt im Allgemeinen die Clintongruppe und Niagaragruppe von New-York.

Vergleicht man aber diese beiden Hauptgruppen der Nordamerikanischen Obersilurformation mit den Europäischen Bildungen, so ergiebt sich, dass die Kalksteine und Schieferthone des Niagara das vollkommene Aequivalent der ähnlichen Schichten von Wenlock und Gottland sind. Daraus folgt aber, dass die Clintongruppe dem alleroberstes Theile des Caradocsandsteins**), oder auch einer Mittel-Etage zwischen ihm und dem Wenlock-Kalkstein entsprechen würde, während die, unter 12 bis 16 aufgeführten Etagen den Ludlowschichten zu parallelisiren sind. — Unter den Fossilien aber konnten bereits über 50 Species mit solchen Europäischen identificirt werden, welche grösstentheils auf die Obersilurformation beschränkt sind. Uebrigens ist die Obersilurformation in Nordamerika eben so verbreitet wie die Untersilurformation; besonders ausgedehnt erscheint sie in Obercanada, Ohio, Indiana, Tennessee, Illinois und an den Ufern des Michigan.

Fünftes Kapitel.

Einige Beispiele aus der devonischen Formation.

§. 328. *Devonische Formation in England und Schottland.*

Dass die devonische Formation in Schottland und im mittleren England unter etwas anderen Verhältnissen ausgebildet ist, als in Devonshire, diess wurde bereits oben (S. 333) hervorgehoben. In Wales nämlich

*) Welche oft alle nach einer Richtung gestreckt sind; vergl. Bd. I, S. 471, Anm. †.

**) Auch Sharpe ist der Ansicht, dass die Clintongruppe im Allgemeinen noch mehr als eine untersilurische Bildung charakterisirt sei, obgleich sie schon einige Fossilien der Wenlockgruppe Englands enthält. (*Quarterly Journal of the geol. soc. IV*, 1848, *p.* 145 ff.)

und in den angränzenden Grafschaften Englands erscheint sie, eben so wie in Schottland, der Hauptsache nach als eine mächtige Conglomerat- und Sandsteinbildung, welche wegen ihrer vorwaltend rothen Färbung und ihrer bathrologischen Stellung schon lange unter dem Namen *Old red sandstone* von den jüngeren rothen Sandsteinbildungen jener Länder unterschieden worden war. In Devonshire dagegen sind es Grauwacken, Grauwackenschiefer und Thonschiefer, welche, als die vorherrschenden Gesteine der ganzen Bildung auftretend, dort eine weit grössere Aehnlichkeit mit denen auf dem Continente bekannten Vorkommnissen dieser Formation begründen. Allein trotz dieser auffallenden petrographischen Verschiedenheit wird doch in beiden Gegenden die Formations-Identität sowohl durch die Lagerungs-Verhältnisse, als auch durch die organischen Ueberreste verwiesen.

Die Eigenthümlichkeit ihrer Entwicklung einerseits in Wales und Schottland, anderseits in Devonshire wird sich aus folgender kurzen Schilderung ihrer Verhältnisse ergeben.

Devonische Formation in Wales und den östlich angränzenden Grafschaften.

Der *Old red sandstone*, wie solcher in Südwales in den Grafschaften Brecknockshire und Pembrokeshire, so wie in England in Herefordshire, Worcestershire und Shropshire auftritt, liegt in einem weiten, auf der Ost- und Westseite von den oberen Etagen der Silurformation begränzten Bassin. Ueber dem *tilestone*, welcher gegenwärtig zur Silurformation gerechnet wird (S. 351), folgt unmittelbar die, vorwaltend aus Mergeln und dem sogenannten *cornstone* bestehende Hauptmasse des *Old red sandstone*, während höher aufwärts mächtige Conglomerate und Sandsteine gelagert sind; daher man auch in diesen Gegenden zwei Haupt-Etagen zu unterscheiden pflegt.

1) Mergel und Cornstone. Vorwaltend treten rothe und grüne, oft bunt gefleckte Schieferletten und sogenannte Mergel auf, welche den Boden der reichsten Gegenden von Brecknockshire, Monmouthshire und Herefordshire bilden. Sie wechseln bisweilen mit rothen und braunen Sandsteinen, häufiger mit unregelmässigen Lagern eines unreinen, mehr oder weniger sandigen oder mergeligen Kalksteins, welcher daselbst Cornstone genannt wird.

Die Sandsteine zeigen auf ihrer Oberfläche oft runde oder hufeisenförmige Gestalten, welche für Erosionsformen gehalten werden; die Abstürze des Skirrid, unweit Abergavenny, und der Daren-Fels, nördlich von Crickhowell, zeigen dergleichen Ringe und Kreise in zahlloser Menge. Die Cornstones haben eine sehr verschiedene Beschaffenheit; meist sind sie roth oder hellgrün, bisweilen braun mit dunkelbraunen und grünen Adern, bei Ditton weiss und grün, bei Bromsgrove braun; an vielen Orten erscheinen sie conglomeratähnlich, indem sie aus kleineren Concretionen von Kalkstein bestehen, die im Sande oder Mergel stecken, und dann bilden sie die eigentlich sogennnten Cornstones, welche nicht als Brennkalk, sondern nur als Strassenmaterial benutzt

werden. Die besten Lager sind fast krystallinisch, und ihr Gestein würde selbst als Marmor dienen können, wenn es in grossen Platten zu erlangen wäre. Ueberreste von fossilen Fischen, zumal von *Cephalaspis* und *Onchus*, sind häufig im Cornstone, und fallen sehr auf durch ihren Glanz und ihre Farbe.

2) Sandstein und Quarzconglomerat. Die bräunlichrothen und grünlichgrauen Sandsteine wechseln mit rothen und grünen Schieferletten, werden nach oben immer grobkörniger, und gehen endlich in ein aus Quarzgeröllen und rothem Bindemittel bestehendes Conglomerat über. Diese Gesteine sind es, welche an der Nordwestseite der Kohlenreviere von Südwales die hohen Bergmassen der Vans von Caermarthen und Brecon bilden. In Pembrokeshire erscheinen die Sandsteine oft ganz wie Grauwacke, und im Black-Forest halten die tiefsten Schichten Pflanzenreste, welche vergebliche Versuche auf Steinkohlen veranlasst haben.

Die Mächtigkeit der ganzen Formation, welche in Herefordshire über 8000 F., und im Forest of Dean 7000 F. beträgt, wird nach Norden immer geringer, so dass jenseits Wenlock der *Old red sandstone* kaum noch nachzuweisen ist. Dieselbe Verminderung giebt sich in Nordwales zu erkennen; allein weiter nördlich, in Westmoreland und Cumberland gewinnt die Formation wieder eine grössere Bedeutung, was denn auch ganz besonders in Schottland der Fall ist.

Devonische Formation in Schottland.

Die primitive Formation Schottlands ist in sehr vielen Gegenden von mächtigen Conglomerat- und Sandsteinmassen bedeckt worden, welche der Bildung des *Old red sandstone* angehören. So lässt sich auf der Südseite der Grampians quer durch das ganze Land, von Dumbarton bis nach Stonehaven, eine viele tausend Fuss mächtige Ablagerung der Art verfolgen; ähnliche Massen erfüllen fast die ganze Grafschaft Caithness, und ziehen sich vom Brora-Loch südwärts nach Inverness, so wie von dort durch Banffshire und die Kette der Lochs fast bis an die Insel Mull. Dieselbe Bildung findet sich längs der Nordwestküste Schottlands, vom Cape Wrath bis auf die Insel Skye; ja, noch auf den Orkaden spielt sie eine sehr wichtige Rolle. Die grösste Mächtigkeit und die vollständigste Entwicklung zeigt sie unstreitig auf den Orkaden, so wie an den Küsten von Sutherland, Rossshire und auf der Insel Sky.

Nach Hugh Miller lässt sie in diesen Gegenden folgende Gliederung erkennen, zu deren Erläuterung das nachstehende, von Ansted entlehnte Diagramm dienen kann.



Die Basis des ganzen Systems ist gewöhnlich eine mächtige Ablagerung von Conglomerat (1), welche in Caithness eine hohe, bis zu 3500 Fuss aufsteigende Bergkette bildet. Darüber liegt ein grober Sandstein (2) von rother und gelblicher Farbe, welchsellagernd mit rothem und grünem Schieferletten, und bisweilen conglomeratartig, wie er sich denn überhaupt von dem

unterliegenden Conglomerate nur durch die grössere Feinheit seiner klastischen Elemente unterscheidet. Den Sandstein bedeckt ein etwas glimmeriger, kalkig-bituminöser Schiefer (3), welcher vielorts gebrochen wird, zahlreiche Ueberreste von Fischen und auch undeutliche Pflanzenabdrücke enthält. Dann folgen abermals rothe Sandsteine mit bunten Schieferletten und Mergeln (4), in denen gleichfalls Fischreste gefunden werden. — Als das Aequivalent des eigentlichen Cornstone von England gilt in Schottland ein gewöhnlich blaulichgrauer, oft schiefriger oder plattenförmiger Sandstein (5), welcher freilich in petrographischer Hinsicht gar sehr von den bunten, kalksteinhaltigen Mergeln Englands abweicht. — In der obersten Gruppe der Formation unterscheidet Miller rothe Conglomerate und bunte Sandsteine (6), welche Lager eines fossilfreien aber hornsteinhaltigen Kalksteins (7) halten, und endlich hier und da von einem gelben quarzigen Sandstein (8) bedeckt werden, der die Conglomerate von Herefordshire vertritt, aber reich an organischen Ueberresten ist.

Uebrigens versteht es sich von selbst, dass die devonische Formation Schottlands nicht überall mit sämmtlichen hier aufgeführten Gliedern auftritt, indem bald diese, bald jene Glieder mehr oder weniger mächtig entwickelt, oder auch gar nicht zur Ausbildung gelangt sind. Die Ueberreste von Fischen aber, welche diese Bildung auf eine so merkwürdige Weise charakterisiren, gehören besonders den Geschlechtern *Cephalaspis*, *Pterichthys*, *Coccosteus*, *Diplopterus*, *Dipterus*, *Pamphractus*, *Cheiracanthus* und *Holoptychius* an.

Devonische Formation in Devonshire*).

Die grosse Halbinsel Englands, welche sich zwischen dem Canal und dem Meerbusen von Bristol nach Westen hinausstreckt, besteht, so weit sie von Devonshire und Cornwall gebildet wird, wesentlich aus der devonischen Formation, aus der Steinkohlenformation, und aus mehren insularischen Granitpartieen (S. 238). Die Steinkohlenformation erfüllt im mittleren Theile des Landes einen fast rectangulären Raum, die centrale Region eines sehr weiten, von Ost nach West gestreckten Bassins, dessen nördlicher und südlicher Rand von devonischen Schichten gebildet wird, welche auf beiden Seiten unter die Schichten der Kohlenformation einschiessen; auf der Südseite greift jedoch die mächtige Granitmasse von Dartmoor weit in das Gebiet sowohl der carbonischen als auch der devonischen Formation ein. Sehen wir von dieser Granitmasse ab, so können wir sagen, dass die devonische Formation von Devonshire und Cornwall durch das breite Bassin der Kohlenformation in eine kleinere nördliche, und in eine grössere südliche Region geschieden wird. Die Südgränze der nördlichen Region wird ziemlich genau durch eine von Barnstaple nach Bampton, die Nordgränze der südlichen Region durch eine von Boss-Castle nach Newton-Bushel gezogene Linie bestimmt, in welcher letzteren zwischen Tavistock und Ashburton die Granitmasse von Dartmoor aufragt.

*) Wir entlehnen die Schilderung derselben aus der berühmten Abhandlung von Sedgwick und Murchison, in *Trans. of the geol. soc. 2. series, V*, 1840, *p.* 633 ff. unter Berüksichtigung des Werkes von Phillips über die paläozoischen Fossilien von Devonshire und Cornwall.

Die anderweiten Begränzungen beider Regionen werden fast überall durch die Meeresküsten gebildet.

A) Devonische Region im nördlichen Devonshire.

Sedgwick und Murchison unterscheiden fünf verschiedene Gruppen, welche, im Allgemeinen nach S. oder SSW. einfallend, von Norden nach Süden über einander folgen.

1. Gruppe, oder Gruppe von Linton; sie erscheint nur an den Nordküsten von Devonshire, bei Linton, im Valley of rocks und im Lynethale, wo sie die tiefsten Schichten eines Sattels bildet, dessen Flügel einerseits nach NNO. anderseits nach SSW. einfallen; auch kennt man sie, so wie die nächstfolgende Gruppe, in den Quantockhills in Somersetshire. Sie besteht aus harten, grauen, grünlichen oder röthlichen Quarzsandsteinen, welche von verticalen Klüften durchschnitten und reich an Abdrücken und Steinkernen von Fossilien sind; zwischen diesen Sandsteinen sind Schichten eines grünen chloritischen Schiefers eingeschaltet, die nach oben immer häufiger werden. Die Mächtigkeit dieser Gruppe beträgt etwa 1000 Fuss. Zu den wichtigsten Fossilien gehören *Fenestella antiqua*, *Petraia pluriradialis*, Krinoidenglieder, *Spirifer ostiolatus* und *aperturatus*, *Orthis longisulcata* und *granulosa*, *Chonetes sarcinulata*, *Pterinea spinosa*, *Pleurotomaria aspera*, *Bellerophon striatus* und *Orthoceras Ludense*.

2. Gruppe. Unmittelbar auf die vorige Gruppe folgen andere Gesteine, welche sich durch ihre grobe Textur und ihre rothe Farbe recht auffallend unterscheiden, und dem *Old red sandstone* sehr ähnlich erweisen. Die gröbsten Varietäten erscheinen als rothe Quarzconglomerate; an sie schliessen sich rothe, weisse, graue oder bunte, dickschichtige regellos zerklüftete Sandsteine an, während die feinsten Varietäten als rothe Grauwacken, Grauwackenschiefer und Schieferthone erscheinen, zwischen denen Lagen von glänzendem Thonschiefer auftreten. Diese Gruppe ist an den Küsten von Castle-Rock bis Combe-Martin entblöst, an 3 Engl. Meilen breit, daher jedenfalls sehr mächtig, aber ganz frei von Fossilien. Einige Schichten sind so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass man ihr Gestein als Eisenerz benutzt.

3. Gruppe, oder Gruppe von Ilfracombe. Sie beginnt mit groben kieseligen Gesteinen, auf welche eine mächtige Zone von sandigem Thonschiefer folgt, die 8 bis 9 Züge von kalkigen Schiefern und von Kalkstein umschliesst; ein solcher Kalksteinzug ist 60 Fuss mächtig, die übrigen sind schmäler und überhaupt nicht sowohl in stetigen Schichten, als in einzelnen Lenticularstöcken ausgebildet. Bei Ilfracombe sieht man diese Gruppe sehr schön entblöst, welche bei 35^0 Fallen 1½ Engl. Meilen breit ist. Von Fossilien sind besonders Korallen, namentlich *Fenestella arthritica*, *Cyathophyllum caespitosum* und *vermiculare*, *Calamopora polymorpha* und *fibrosa*, so wie *Stringocephalus Burtini* zu erwähnen.

4. Gruppe. Sie ist 4 bis 5 Englische Meilen breit, und zeigt eine sehr steile Schichtenstellung, mit vielfachen antiklinen und synklinen Zonen, daher sich dieselben Schichten mehrmals wiederholen. Nach unten besteht sie aus weichen, grünen (chloritischen) Schiefern, welche sehr reich an Lagen, Trümern und Nestern von weissem Quarz sind; nach oben walten

mehr graue, grünlichgraue und rothe Sandsteine vor, welche mit grünen und rothen Schieferlagen abwechseln. Organische Ueberreste kennt man aus dieser Gruppe eben so wenig, als aus der zweiten.

5. Gruppe, oder Gruppe von Pilton. Sie entwickelt sich aus der vorigen, indem die grauen oder braunen, glimmerreichen Sandsteine häufiger und zuletzt allein herrschend werden; zwischen ihnen finden sich poröse eisenschüssige Lagen voll Versteinerungen. Ueber diesen Sandsteinen folgt erdiger Grauwackenschiefer mit transversaler Schieferung, und ähnliche, mit Sandstein wechselnde, z. Th. kalkhaltige, oder selbst Stöcke von Kalkstein beherbergende Schiefer sind es, welche diese Gruppe beschliessen. Diese Gruppe ist am reichsten an Fossilien, von denen bereits im Jahre 1841 über 70 Species bekannt waren, besonders von Krinoiden, von *Spirifer*, *Terebratula*, *Cucullaea*, *Cypricardia*, *Bellerophon*, *Orthoceras* u. a. Doch sind diese Fossilien auffallend verschieden in verschiedenen Gesteinen; so kommen z. B. im Sandstein von Marwood die Cuculläen und Cypricardien, im Schiefer von Pilton die Trilobiten und *Spirifer calcaratus* vor, während dieselben Formen in den fossilreichen Kalksteinen fehlen. Diess beweist die Abhängigkeit der organischen Species von den localen physischen Bedingungen.

B) Devonische Region im südlichen Devonshire.

Die grosse devonische Region von Süd-Devonshire, welche nach Westen in das Cornwaller Schiefergebirge verläuft, lässt wesentlich vier Gruppen unterscheiden:

1) Die den Granit von Dartmoor umgebenden und mehr oder weniger metamorphosirten Schiefer.

2) Eine sehr mächtige Zone von schiefrigen Gesteinen, welche oft kalkig sind, und sogar untergeordnete Kalksteinlager enthalten, von denen namentlich die Lager von Ashburton und Newton-Bushel, und die mächtigen Stöcke von Tor-Bai und Plymouth zu erwähnen sind. Alle diese Kalksteine von Süd-Devonshire sind einander sehr ähnlich, bald dicht und schiefrig, bald vollkommen krystallinisch, meist sehr reich an Korallen, zumal an *Calamopora polymorpha*.

3) Eine mächtige Ablagerung von rothen und bunten Sandsteinen.

4) Eine Gruppe weicher, glänzender Schiefer, welche mit quarzigen Schichten wechseln, und, wie es scheint, frei von Kalkstein und Fossilien sind.

Besonders ausgezeichnet ist auch die Bildung von Süd-Devonshire durch das häufige Vorkommen von Grünsteinen und Grünsteintuffen, welche letztere sich mit den übrigen sedimentären Gesteinen auf das Innigste verbunden zeigen (S. 310), weshalb es gar nicht bezweifelt werden kann, dass die Eruptionen der dortigen Grünsteine in die devonische Periode fallen.

Ausser den Korallen, von welchen *Calamopora polymorpha*, *Porites piriformis*, *Cyathophyllum caespitosum* recht bezeichnend sind, kennt man im südlichen Devonshire *Stringocephalus Burtini*, *Calceola sandalina*, *Megalodon cucullatus*, *Bronteus flabellifer* u. a. höchst charakteristische Fossilien der devonischen Formation. Ueberhaupt aber waren aus Devonshire und Cornwall im Jahre 1841, wo das Werk von Phillips: *Figures and descriptions of the palaeozoic fossils of Cornwall, Devon and West-Somerset* erschien, 275 Species bekannt, von welchen 25 auch in der silurischen Formation vor-

kommen, während 51 in die Steinkohlenformation hineinreichen. Die silurische Formation selbst ist aber bis jetzt nur an mehren der südlichen Küstenpuncte Cornwalls, z. B. bei Polperro, Pentuan und am Cape Dodman durch Peach nachgewiesen worden. (*The Annals and Mag. of nat. hist. vol.* 19, 1847, *p.* 326 f.)

§. 329. *Devonische Formation in Rheinpreussen und Westphalen, in Belgien, Nassau und am Harze.*

In den Rheinlanden breitet sich, von 50 bis 51½° nördlicher Breite und von 22 bis 26½° östl. Länge, eine mächtige Ablagerung der Uebergangsformation aus, welche nach allen ihren Verhältnissen grösstentheils in die devonische Periode gehört. Die Ardennen, der Hunsrück, der Taunus und der Westerwald sind nur einzelne, mehr hervorragende Theile derselben, und Belgien, Rheinpreussen, Westphalen und Nassau sind die Länder, in deren Gebiete sie eine besonders wichtige Rolle spielt.

In diesem ganzen Rheinischen Uebergangsgebirge giebt sich die Richtung ONO. nach WSW. als die herrschende Richtung des Streichens der Schichten zu erkennen, während das Fallen bald nach Norden, bald nach Süden gerichtet und häufigen, scheinbar ganz gesetzlosen Wechseln unterworfen ist, weshalb man eine beständige Wiederholung von antiklinen und synklinen, von muldenförmigen und sattelförmigen Schichtenzonen beobachtet. Die Erhebung des ursprünglich horizontal gelagerten Schichtensystems war also mit vielfachen parallelen Biegungen und Faltungen verbunden, und muss durch eine grossartige und allgemeine Ursache in der Richtung von SSO. nach NNW. bewirkt worden sein. Die Epoche dieser Hebung fällt aber zwischen die Perioden der carbonischen und der permischen Formation; denn die nordrheinische Steinkohlenformation ist in ganz ähnlicher Weise von ihr ergriffen worden, während der Zechstein bei Stadtberg in ungestörten, fast horizontalen Schichten der nivellirten Oberfläche des stark aufgerichteten Uebergangsschiefers aufruht.

A) Rheinpreussen und Westphalen*).

In diesen Gegenden lässt das Uebergangsgebirge nach F. Römer besonders zwei grosse Haupt-Abtheilungen, nämlich eine ältere, thonig-sandige, und eine jüngere, wesentlich kalkige Ablagerung unterscheiden. Die ältere erscheint fast überall als Grauwackenschiefer, Sand-

*) Wir entlehnen die Schilderung dieser Region hauptsächlich aus dem trefflichen Werke von F. Römer: das Rheinische Uebergangsgebirge, 1844.

stein und Thonschiefer; die jüngere besteht aus Kalkstein, Mergel und Dolomit, welchen hier und da noch andere Gesteine zugesellt sind. Ueber dem Kalksteine folgt aber noch gewöhnlich eine dritte, aus mancherlei schiefrigen, kieseligen und kalkigen Gesteinen bestehende Abtheilung, welche sich nach oben unmittelbar an die Steinkohlenformation anschliesst.

1) Untere Abtheilung, oder Rheinische Grauwacke.

Grauwackenschiefer ist bei Weitem als das herrschende Gestein zu betrachten, indem grobkörnige und conglomeratartige Grauwacke zu fehlen scheinen; nächst ihm ist ein grauer oder brauner, feinkörniger, fester Sandstein sehr verbreitet, und als drittes Gestein erscheint Thonschiefer, in verschiedenen Varietäten, am häufigsten jedoch schwarz, ziemlich fest, und deutlich aber unregelmässig schiefrig. Quarzit und Dachschiefer sind mehr als untergeordnete Gesteine zu betrachten; Kalkstein findet sich nur selten in einzelnen, schmalen, unreinen Schichten, wie z. B. bei Daleiden und Waxweiler.

Der herrschende Grauwackenschiefer, der Sandstein und der Thonschiefer pflegen durch Wechsellagerung mit einander verbunden zu sein; der Dachschiefer bildet einzelne, oft weit fortlaufende Zonen, der Quarzit aber zusammenhängende, über ihre Umgebung aufragende Kämme und Züge.

Die Fossilien erscheinen fast immer nur als Kerne und Abdrücke, sind im Allgemeinen sparsam vorhanden und nur auf einzelne Schichten beschränkt, welche jedoch bisweilen gänzlich von ihnen erfüllt werden. Als einige der wichtigsten, d. h. an besonders vielen Fundorten vorkommenden Formen sind zu nennen:

Pleurodictyum problematicum,
Cyathophyllum ceratites,
Terebratula prisca,
. *primipilaris*,
. *livonica*,
Spirifer macropterus,
. *ostiolatus*,
Orthis resupinata,
Chonetes dilatata,
. *sarcinulata*,
Pterinea lamellosa,
. *costata*,
. *truncata Röm.*
Sanguinolaria soleniformis Goldf.
Venulites concentricus,
Tentaculiten,
Homalonotus Knightii,
Pleuracanthus laciniatus,
Phacops latifrons.

Was die im südlichen Theile des Hunsrück und Taunus, so wie in den Ardennen auftretenden, sehr krystallinisch erscheinenden und oft dem Glimmerschiefer, Talkschiefer und Chloritschiefer ähnelnden Gesteine anlangt, welche Dumont für ältere Schichten erklärte, so ist Römer ganz anderer Ansicht. „Weder in den Ardennen, sagt er, noch am Rheine können Bildungen höheren Alters, als die allgemein verbreitete Grauwacke unterschieden werden. Alle Abweichungen in der Gesteinsbeschaffenheit sind nicht Folgen eines verschiedenen Bildungsalters, sondern das Resultat späterer, verändernder Einwirkungen.“

Diese Ansicht dürfte jedoch noch weiterer Bestätigung bedürfen, obgleich sich Römer zu ihrer Begründung auf das Vorkommen devonischer Fossilien bei

Houffalize und Martellange, angeblich mitten im Gebiete jener unteren Etage Dumont's, beruft. Jedenfalls werden doch in einer so mächtigen Bildung, wie das Rheinische Schiefergebirge ist, Etagen verschiedenen Alters zu unterscheiden sein*). Auch bemerkt Baur, dass die in Rede stehenden Schichten niemals organische Ueberreste enthalten, indem die Puncte von Houffalize und Martellange schon südlich, ausserhalb ihres Zuges, gelegen sind; dass es aber metamorphische Schichten seien, diess müsse noch zweifelhaft erscheinen. (Karstens und v. Dechens Archiv, XX, 1846, S. 359 ff.)

Ueberhaupt unterscheidet Baur in der Grauwacke des linken Rheinufers drei Etagen, und macht diese Unterscheidung auch noch neuerdings in den schönen Profilen geltend, welche er über den Gebirgsbau zwischen Aachen und Gerolstein mitgetheilt hat; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 469 und Taf. VIII). Der nachstehende Holzschnitt, welcher den von Aachen bis nach Montjoie und dem hohen Venn reichenden Theil dieser Profile darstellt, wird zur Erläuterung seiner Ansicht dienen.



Aachen. Burtscheid. Hahn. Rötchen. Montjoie.

a Aelteste Thonschiefer,
b Grauwacke,
c Obere Grauwacke und rothe Schiefer,
d Eifeler Kalkstein,
e Oberste devonische und tiefste carbonische Schichten,
f Kohlenkalkstein,
g Kohlenführende Etage der Steinkohlenformation.

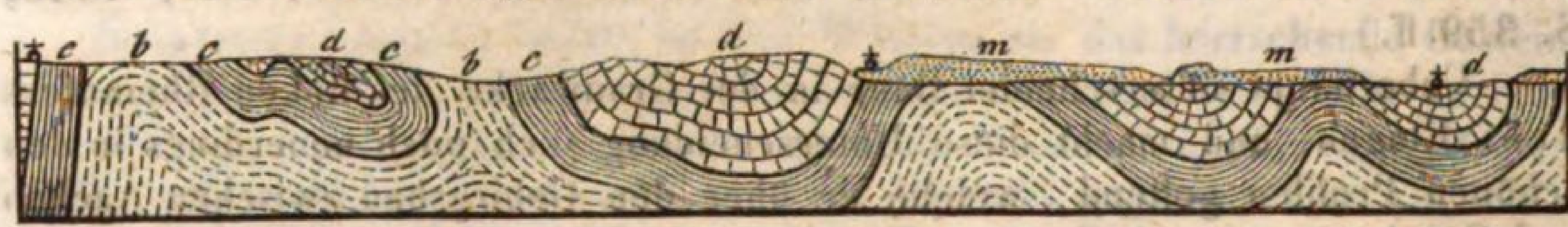
Die unterste Etage *a*, welche im hohen Venn 2200 F. hoch aufragt und die Gegend von Montjoie bildet, besteht zwar dort nicht aus krystallinischen Schiefern, wohl aber aus sehr homogenem, blaulichgrauem Thonschiefer nebst Dachschiefer und Wetzschiefer, so wie aus grauem sehr feinkörnigem Sandstein, der stellenweise in Quarzit übergeht. Die mittlere Etage *b* wird hauptsächlich von Grauwackenschiefer und grauen thonigen Sandsteinen gebildet, während die oberste Etage *c* besonders durch den Eisengehalt und die dadurch bedingte rothe, braune oder hellgrüne Färbung ihrer meist schiefrigen und thonigen Gesteine ausgezeichnet ist; manche ihrer Schichten sind so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass sie als Eisenerz benutzt werden; andere enthalten Nester von Brauneisenerz oder Nieren von Sphärosiderit. Ueber dieser Etage folgt der devonische Kalkstein *d*, und dann das System der zur Steinkohlenformation gehörigen Schichten *e*, *f* und *g*, obwohl der untere Theil der Etage *e* noch der devonischen Formation zuzurechnen ist. Die Etage *a* tritt auch im Callbachthale und bei Recht zu Tage aus, während sie ausserdem in der Tiefe zurückbleibt.

*) Dumont hat neuerdings gezeigt, dass das Schichtensystem der Ardennen von dem Rheinischen Schiefergebirge abweichend überlagert wird, weshalb er es jetzt der silurischen Formation vergleicht.

2) Mittlere Abtheilung oder Kalkstein.

a) Kalksteinmulden der Eifel.

Der Kalkstein der Eifel bildet 7 bis 8 grössere Partieen, welche der Grauwacke muldenförmig eingelagert oder aufgelagert, und daher im Allgemeinen von NO. nach SW. in die Länge gestreckt sind, obwohl sie von Norden nach Süden hinter einander liegen. Die Lagerungsverhältnisse derselben werden am besten aus folgendem, von Baur entlehntem Profile zu ersehen sein,



Mannagen. Blankenheim. Birgel. Gerolstein.

[Die Buchstaben *b*, *c* und *d* bedeuten dasselbe wie vorher, *m* bunten Sandstein.]

in welchem die Kalksteinmulden von Blankenheim, Lommersdorf, Hillesheim und Gerolstein, so wie die sie unterteufenden beiden oberen Etagen der Grauwacke enthalten sind, auch die bei Birgel beginnende und über Gerolstein fortsetzende Decke von Buntsandstein ausgedrückt ist, welche mehrorts von basaltischen und vulcanischen Gesteinen bedeckt wird.

Alle diese Kalksteinmulden bestehen aus Kalkstein, Mergel und Dolomit: der Kalkstein ist meist blaulichgrau, undeutlich krystallinisch, fest, und wird durch dünne mergelige Zwischenlagen in nicht sehr mächtige Schichten abgetheilt; die Mergel sind grau oder grünlich, zuweilen als Mergelschiefer ausgebildet; der Dolomit endlich ist krystallinisch-körnig, porös und undeutlich oder gar nicht geschichtet. Während der Kalkstein und der Mergel ohne Ordnung mit einander abwechseln, so bildet der Dolomit allemal die oberste und innerste Ablagerung einer jeden Mulde.

Nach unten findet ein durch Wechsellagerung vermittelter Uebergang aus der oberen Etage der Grauwacke in den Kalkstein Statt, indem dünne rothgefärbte Kalksteinschichten mit Schichten eines feinkörnigen röthlichen Sandsteins abwechseln. Diese Schichten sind reich an *Terebratula prisca, Orthis umbraculum* und fingerdicken Stielgliedern eines Krinoiden. Der höher aufwärts folgende Kalkstein besteht grösstentheils aus Korallen, unter welchen namentlich *Stromatopora polymorpha*, *Cyathophyllum quadrigeminum* und *Porites piriformis* sehr vorwalten.

b) Devonischer Kalkstein bei Aachen, Hahn, Vicht.

Während der devonische Kalkstein in der Eifel der Grauwacke nur aufgelagert erscheint, so findet er sich bei Aachen, Burtscheid, Hahn, Vicht u. a. Orten derselben eingelagert, indem er von Schiefern und anderen Gesteinen bedeckt wird, über welchen die Gesteine der Kohlenformation folgen (vergl. das Profil S. 381). Es ist übrigens ganz derselbe, wesentlich aus denselben Korallen bestehende Kalkstein; ja, im Wenauthale hält er sogar *Stringocephalus Burtini*, während die Mergel zwischen Venwegen und Breinig noch *Spirifer Lonsdalii*, *Terebratula pugnus*, *T. concentrica* u. a. ächt devonische Fossilien umschliessen.

c) Grosser Rheinisch-Westphälischer Kalksteinzug.

Von Erkrath bei Düsseldorf zieht sich eine Kalksteinzone bei Elberfeld und Barmen vorbei, theilt sich dort in zwei Arme, welche sich bei Hagen wiederum vereinigen, geht dann über Limburg, Iserlohn und Sundwig, wendet sich bei Balve nach Süden, nimmt aber bei Neuenrade wieder ihre östliche Richtung an, und setzt so fort bis Allendorf, wo sie endigt.

Ihr Gestein ist ein blaulichgrauer, hellgrau oder weisslich verwitternder, krystallinisch-feinkörniger bis dichter, bei dem Anschlagen meist stinkender Kalkstein. Oft hält er thonige Beimengungen, welche sich im Hangenden und Liegenden zu dünnen Zwischenlagen ausbilden, während die Hauptmasse ganz ungeschichtet, aber vielfach zerklüftet und zerspalten erscheint. Versteinerungen fehlen nirgends, sind meist in grosser Menge vorhanden, aber gewöhnlich mit dem Gesteine so innig verwachsen, dass sie erst durch die Verwitterung sichtbar werden. Am häufigsten sind Korallen, welche ganze Bänke bilden, in denen

Stromatopora polymorpha, *Cyathophyllum quadrigeminum*,
Calamopora polymorpha, ... *ceratites* und
. *Gottlandica*, *Porites piriformis*.

besonders vorwalten; zwischen den Korallenstämmen sitzt fast überall *Terebratula prisca*, von Düsseldorf bis Balve *Stringocephalus Burtini*, und bei Schwelm *Uncites gryphus*. Die in der Eifel seltene *Murchisonia bilineata* ist bei Elberfeld sehr häufig, und das sogenannte Felsenmeer von Sundwig liefert *Buccinum arculatum*. Die zuerst von Murchison und Sedgwick ausgesprochene Ansicht, dass dieser grosse, mit Einrechnung seiner Biegungen an 20 Meilen lange, und 400 bis 500 F. mächtige Kalksteinzug Westphalens devonisch sei, wird also durch diese organischen Ueberreste vollkommen erwiesen. Dass die bei Iserlohn, theils auf der liegenden Gränze, theils im Innern dieses Kalksteins vorkommende Galmeibildung als ein Product späterer Natur-Operationen zu betrachten ist, darauf hat noch neulich Castendyk hingewiesen. (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1850, Nr. 44.)

Auch die Kalksteine von Bensberg, Refrath und Paffrath bei Cöln, und der Kalkstein von Brilon gehören zu derselben Formation. Diese Briloner Kalksteinpartie, welche ein förmliches Plateau bildet, stimmt in petrographischer und paläontologischer Hinsicht mit dem Kalkstein von Elberfeld und Balve vollkommen überein; an ihrem südlichen Rande treten Grünsteine, Schalsteine und Eisenerze auf, welche letztere, meist dichte sehr quarzige Rotheisenerze, stellenweise in eisenschüssigen Kalkstein übergehen, und fast überall Petrefacten enthalten, die aus derselben Rotheisenerzmasse bestehen, welche sie umschliesst.

3) Obere Abtheilung*).

Ueber dem Kalksteine liegt, in Westphalen eben so wie bei Aachen, ein in verschiedenen Gegenden ziemlich abweichend zusammengesetztes Schichten-

*) Um die genauere Kenntniss dieser schon lange bekannten, aber nicht immer richtig abgetheilten und gedeuteten Etage hat sich neuerdings besonders v. Dechen durch die Mittheilungen verdient gemacht, welche in den Verhandlungen des naturh. Vereins der Rheinlande, Jahrgang VII, S. 186 ff. veröffentlicht worden sind.

system, welches aus verschiedentlich gefärbten Thonschiefern, aus Kieselschiefer, Alaunschiefer, plattenförmigen Kalksteinen, mergeligen Schieferthonen und Sandsteinen besteht, ganz vorzüglich aber durch eine eigenthümliche Kalksteinbildung ausgezeichnet ist, deren grünlichgrauer und rother Kalkstein Nieren von unregelmässiger Form und sehr verschiedener Grösse bildet, welche in einem mergeligen Schieferthone oder Thonschiefer enthalten sind.

Die Wichtigkeit dieses Nierenkalksteins oder Kalknieren-Schiefers, als eines fast überall mit denselben Eigenschaften wiederkehrenden Gliedes dieser oberen Etage, wurde durch v. Dechen ganz besonders hervorgehoben. Was nun die paläontologischen Verhältnisse desselben betrifft, so hatte bereits Römer die Bemerkung gemacht, dass ein Theil dieser Kalkstein-Nieren Goniatiten umschliesst; später wurden von Amelung bei Warstein auch Clymenien gefunden, und endlich hat Girard an sehr vielen Orten zwischen der Hönne und Diemel sowohl Clymenien als Goniatiten nachgewiesen, gerade so, wie sie in Oberfranken, Schlesien und in Sachsen vorkommen, so dass sie wohl als Leitfossilien für den Nierenkalkstein anzusehen sein dürften. (Neues Jahrb. f. Min. 1848, S. 307 und 1849, S. 450.) Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von Dufrénoy in den Kalknieren des sogenannten *calcaire amygdalin* (S. 303) der Pyrenäen schon lange nachgewiesenen Cephalopoden gleichfalls hierher gehören, und so gewinnt es in der That sehr viel Wahrscheinlichkeit, dass die oberste Etage der devonischen Formation in vielen Ländern vorzüglich durch das Auftreten der Goniatiten und Clymenien charakterisirt wird; obgleich die Goniatiten hier und da auch in einem tieferen Niveau vorkommen.

Die höher aufwärts folgenden Schichten dagegen, welche in Westphalen meist aus Kieselschiefer, schwarzem Thonschiefer, plattenförmigem Kalkstein und Sandstein bestehen, sind durch ihre Fossilien wohl schon als die ersten Glieder der Steinkohlenformation bezeichnet, und zum Theil als das Aequivalent des Kohlenkalksteins zu betrachten; (v. Dechen a. a. O. S. 199 ff.). Die eigentliche Gränze zwischen der devonischen und carbonischen Formation würde daher in Rheinland-Westphalen mitten in dasjenige Schichtensystem fallen, welches in dem S. 381 stehenden Holzschnitte mit dem Buchstaben *e* bezeichnet ist.

B) Devonische Formation in Belgien.

Es lässt sich erwarten, dass die Uebergangsformation Belgiens, welche ja nur die westliche Fortsetzung des Rheinischen Schiefergebirges ist, eine grosse Uebereinstimmung ihrer Verhältnisse mit denjenigen zeigen wird, welche wir so eben in der Rheinprovinz und in Westphalen kennen gelernt haben. Aus den vortrefflichen Arbeiten, welche Dumont geliefert hat*), ergiebt sich auch in der That für Belgien eine ganz ähnliche Ausbildungsweise der devonischen Formation. Während dieser

*) *Mémoire sur la constitution géol. de la Province de Liège*, *Bruxelles* 1832, und *Mém. sur le terrains ardennais et rhénans de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros*, 1848.

ausgezeichnete Geolog, in Folge seiner neueren, auf das genaueste Studium der Lagerungsverhältnisse gegründeten Untersuchungen, die Ardennenschiefer noch immer für eine ältere Bildung erklärt, und daher das Ardennensystem von dem eigentlichen Rheinischen Systeme trennt, glaubt er das letztere hauptsächlich mit der unteren Abtheilung der devonischen Formation Englands parallelisiren zu können.

Schon früher hatte Dumont jene älteren Schichten unter dem Namen *terrain ardoisier* von den höher liegenden Schichten getrennt, welche er unter dem Namen *terrain anthraxifère* zusammenfasste. Das *terrain ardoisier* begriff drei Etagen, von welchen die untere aus krystallinischen, mit Ottrelit und Magneteisenerz erfüllten Schiefern, die zweite vorzüglich aus Dachschiefern, und die dritte aus quarzigen Gesteinen besteht. Im *terrain anthraxifère* unterschied Dumont folgende vier Abtheilungen:

1) *Système quarzo-schisteux inférieur;* Thonschiefer, Grauwackenschiefer, Sandstein und Conglomerat, in welchen Gesteinen nur selten organische Ueberreste vorkommen; diese durch häufige rothe Färbung ausgezeichnete Abtheilung entspricht denen zunächst unter dem Eifeler Kalksteine liegenden Schichten, oder der Etage *c* in dem Seite 381 stehenden Profile.

2) *Système calcareux inférieur;* meist feinkörniger, fester, blaulichgrauer oder schwärzlichgrauer Kalkstein, auch Dolomit, welcher hier und da in dem mittleren Niveau der ganzen Ablagerung ziemlich ausgedehnte Massen bildet. Die Fossilien, unter denen namentlich Korallen sehr vorwalten, sind genau dieselben, wie im Eifeler Kalkstein (*d* im Profile S. 381), mit welchem deshalb dieser Kalkstein von Murchison, Sedgwick und Beyrich für identisch erklärt worden ist, nachdem ihn C. Prévost eben so richtig mit dem Kalksteine von Plymouth verglichen hatte.

3) *Système quarzo-schisteux supérieur;* graue und grünliche, auch gelbe und braune Schiefer, über welchen andere Schiefer folgen, welche mehr oder weniger mit abgeplatteten Kalkstein-Nieren erfüllt sind; dann Schiefer mit Kalksteinlagen und mit ein paar Schichten von oolithischem Eisenerz; endlich grauwackenähnlicher Sandstein, mit glimmerreichen Zwischenlagen, auch einigen Kalksteinschichten, und ganz oben mit einem Steinkohlenflötze. — Also wiederum ein vielfach zusammengesetztes Schichtensystem, in welchem sich, wie v. Dechen hervorhebt, der Nierenkalkstein als ein besonders ausgezeichnetes Glied zu erkennen giebt, während an seiner oberen Gränze Steinkohlenflötze erscheinen. Dieses System ist daher offenbar das Aequivalent der in dem Profile auf S. 381 mit *e* bezeichneten Etage, und seine untere Hälfte beschliesst die devonische, seine obere Hälfte eröffnet die carbonische Formation.

4) *Système calcareux supérieur;* Kalkstein mit Nieren und Lagen von Kieselschiefer, dann Dolomit, und endlich abermals Kalkstein mit Kieselschiefer, nebst ein paar Steinkohlenflötzen. Dieses System ist das vollkommene Aequivalent des Englischen Kohlenkalksteins, wie diess von Buckland schon im Jahre 1835 (*Bull. de la soc. géol. VI, p.* 345) erklärt, und später allgemein anerkannt worden ist.

Es ergiebt sich hieraus, dass die oberen Etagen des *terrain ardoisier* nebst dem unteren Systeme des *terrain anthraxifère* gemeinschaftlich die untere

Grauwacke von Rheinland-Westphalen, dass das *Système calcareux inférieur* den Kalkstein der Eifel und von Elberfeld, und dass die untere Abtheilung des *Système quarzo-schisteux supérieur* die obere Etage der devonischen Formation repräsentirt, während die obere Abtheilung dieses Systems, sammt dem *Système calcareux supérieur*, schon der Steinkohlenformation zugerechnet werden müssen.

C. Devonische Formation in Nassau.

Dass die Uebergangsformation auch im Herzogthume Nassau noch viele Analogieen mit den benachbarten Vorkommnissen Westphalens und der Rheinprovinz zeigt, diess ergiebt sich aus der von Fridolin Sandberger mitgetheilten Beschreibung derselben; (in Uebersicht der geol. Verhältnisse des Herz. Nassau, 1847, S. 15 ff.).

Sandberger trennt die Thonschiefer und Talkschiefer des Taunus von den eigentlichen und unzweifelhaft sedimentären Gliedern der Uebergangsformation, ohne sie deshalb mit Bestimmtheit weder für primitive Schiefer, noch für metamorphische Gesteine zu erklären. Eine von Assmannshausen nach ONO. gezogene Linie trennt diese Schiefer von der nördlich vorliegenden devonischen Formation, in welcher drei Gruppen, nämlich eine untere, aus Thonschiefer und Sandstein, eine mittlere, aus Kalkstein, Dolomit und Schalstein, und eine obere, aus schiefrigen und sandigen Gesteinen bestehende Gruppe unterschieden werden. Indessen bemerkt Sandberger sehr richtig, dass diese letztere Gruppe wohl eigentlich schon der Steinkohlenformation beizurechnen sein dürfte. Die Aehnlichkeit mit denen in Westphalen vorliegenden Bildungen wird sich aus folgender kurzen Schilderung ergeben.

1) Untere Gruppe des Spirifersandsteins. Sie besteht wesentlich aus sandigen und glimmerigen Schiefern (also Grauwackenschiefern), quarzigen Sandsteinen und aus Thonschiefern, welche letztere bald blau und fest, bald weiss oder gelblich und weich sind. Selten wird der Glimmer durch Chlorit ersetzt, wodurch ein grüner Schiefer entsteht, welcher mit den übrigen Gesteinen wechsellagert. Kalksteine treten nur sehr untergeordnet im nordwestlichen Theile des Landes bei Usingen auf.

Die organischen Ueberreste sind grösstentheils nur als Abdrücke und Steinkerne erhalten; sie erscheinen, verhältnissmässig zur Ausdehnung dieser Gruppe, nur an wenigen Punkten, und pflegen dann auf einzelne Schichten beschränkt zu sein, welche sie fast gänzlich erfüllen. Als besonders wichtige Leitfossilien führt Sandberger auf:

Gorgonia, ähnlich der *infundibiliformis*,
Pleurodictyum problematicum,
Ctenocrinus,
Krinoidenglieder und Schraubensteine,
Terebratula reticularis,
Spirifer macropterus,
Spirifer micropterus,
. . . . *cultrijugatus*,
Orthis resupinata, Steinkern,
Chonetes sarcinulata,
. *dilatata*,
Nucula solenoides,

Nucula securiformis,	*Conularia*,
Pterinea laevis,	Tentaculiten,
. . . . *lamellosa*,	*Bellerophon trilobatus*,
Cardiomorpha lineata,	*Homalonotus*,
Pleurotomaria Daleidensis,	*Pleuracanthus laciniatus*.

Diese untere Gruppe, an deren Identität mit der unteren Abtheilung Römer's nicht gezweifelt werden kann, erscheint auch in Nassau als das älteste und mächtigste Glied der Rheinischen Uebergangsformation, welchem die Kalksteine und Schalsteine bassinförmig aufgelagert sind.

Bei Wissenbach unweit Dillenburg, bei Haiger und bei Balduinstein unweit Diez finden sich noch Lager eines dunkel blaulichgrauen Thonschiefers mit sehr ausgezeichneter transversaler Schieferung, welcher in manchen Schichten eine grosse Menge sehr schöner, verkiester Fossilien umschliesst. Es sind besonders Cephalopoden, namentlich *Orthoceras gracile*, *O. subconicum*, *O. triangulare*, *Goniatites compressus*, *G. Noeggerathii*, *G. subnautilinus*, das den Baculiten analoge Geschlecht *Bactrites*, und von Crustaceen *Phacops latifrons* so wie eine neue Species von *Homalonotus*, welche in diesen Schichten vorkommen, denen Sandberger die oberste Stelle in der unteren Gruppe anweist, weil sie im Streichen der vorher betrachteten Gesteine auftreten.

2) Mittlere Gruppe der Kalksteine und Schalsteine*). Kalkstein, ausgezeichnet durch das Vorkommen von *Stringocephalus Burtini*, Dolomit, und Schalstein in den manchfaltigsten Varietäten sind die wichtigsten, sandige und schiefrige Gesteine die minder wichtigen Gesteine dieser Gruppe.

a) Kalkstein. Während in der Eifel und in Westphalen der Kalkstein eine grosse Mächtigkeit erlangt, so tritt er in Nassau grösstentheils nur in der Form von Lagern auf, welche im Schalsteine liegen, und weder sehr ausgedehnt, noch besonders regelmässig sind. Seine grösste Mächtigkeit und Verbreitung erlangt der Kalkstein in der Gegend von Runkel, Limburg, Hadamar und Diez, so wie auch bei Dillenburg und Herborn; die meisten Fossilien aber lieferte das grosse Kalklager von Villmar unweit Runkel.

Diese Kalksteine haben gewöhnlich eine dunkelgraue Farbe, welche einerseits in schwarz, anderseits in hellgelb bis röthlichweiss übergeht; sie werden von Kalkspathadern durchzogen, zeigen selten eine deutlich erkennbare Schichtung, öfters eine Zerklüftung in unregelmässige horizontale Bänke, und sind bisweilen bituminös. Die Versteinerungen, welche sie umschliessen, bestehen theils aus Kalkspath, theils aus dichtem Kalk; als einige der wichtigsten unter mehr als 200 Species des Kalksteins von Villmar erwähnen wir: *Calamopora polymorpha* und *C. spongites*, welche oft zu ganzen Bänken versammelt sind, ferner *Stromatopora polymorpha*, *Cyathophyllum ceratites* und *helianthoides*, *Cystiphyllum siluriense*; dazu *Stringocephalus Burtini*, *Terebratula reticularis*, *T. ferita*, *Spirifer simplex* und *Sp. calcaratus*, mehre Conchiferen, viele Gasteropoden, zumal aus den Geschlechtern *Pleurotomaria*, *Euomphalus*, *Murchisonia*, *Loxonema*; *Cyrtoceras lamellosum*, *Orthoceras*

*) Wegen der leichteren Uebersicht und Parallelisirung erlauben wir uns, die Etage der Cypridinenschiefer weiter unten besonders aufzuführen.

tubicinella u. a. Cephalopoden, endlich *Bronteus alutaceus* nebst ein paar anderen Trilobiten.

b) Dolomit. Derselbe ist nur eine Umbildungsform des Kalksteins, und besonders bei Dehren und Steeten, bei Nieder-Tiefenbach, Diez und Weinbach entwickelt. Er bildet ein krystallinisches, meist gelblich- oder röthlichweiss gefärbtes Gestein, welches an der Oberfläche oft ganz zu Sand zerfällt, in der Tiefe aber ziemlich fest ist. Undeutliche Schichtung und groteske, abenteuerliche Felsbildung hat er mit den meisten Dolomiten gemein; Manganerz und Brauneisenerz durchziehen und bedecken ihn häufig an der Oberfläche; die Versteinerungen sind nur selten deutlich erhalten.

c) Schalstein. Er ist im Lahnthale von Wetzlar bis unterhalb Diez, und im Dillthale von Sechshelden bis Sinn sehr verbreitet, erscheint in allen möglichen Varietäten, ist stets geschichtet, folgt mit seinen Schichten allen Lagen und Biegungen der unterliegenden Grauwacke, steht in sehr nahen Beziehungen zu den eingelagerten Kalksteinen und Dolomiten, ist stellenweise sehr reich an organischen Ueberresten (*Porites piriformis*, *Calamopora polymorpha*, *Cyathophyllum caespitosum*, *Terebratula reticularis* u. a.), und wird in der Regel von grösseren oder kleineren Rotheisenerzlagern begleitet, welche gleichfalls Versteinerungen enthalten.

Man ersieht aus diesem Allen, dass die mittlere Gruppe der devonischen Formation des Herzogthums Nassau, ungeachtet vieler Eigenthümlichkeiten, welche sie in petrographischer und paläontologischer Hinsicht darbietet, doch mit allem Rechte als das Aequivalent der Eifeler und Westphälischen grossen Kalksteinbildung betrachtet werden kann.

3) Obere devonische Gruppe der Cypridinenschiefer. Sie ist besonders in der Gegend von Weilburg vorhanden, aber auch bereits an manchen anderen Orten nachgewiesen, und besteht nach Sandberger aus rothem, dünnschichtigen Thonschiefer, welcher häufig lagenweise geordnete, unregelmässige Kalksteinknollen umschliesst; aus ähnlich beschaffenem grauen Schiefer, der allmälig in sehr deutlich geschichtete Kalkschiefer mit untergeordneten anthracitischen Schiefern übergeht; und endlich aus Kieselschiefer. Die beiden ersten Glieder sind constant an allen Punkten zu beobachten, während der Kieselschiefer nur bei Kirchhofen bekannt ist.

Was die organischen Ueberreste betrifft, so enthalten die rothen und grauen Schiefer eine ausserordentliche Menge von *Cypridina serratostriata*, deren kleine Schalen zumal in dem gelb verwitterten Gesteine sehr deutlich hervortreten; dazu gesellt sich noch *Phacops cryptophthalmus*, selten *Harpes ungula* und *Posidonomya venusta*. Ihrer Lagerung und petrographischen Zusammensetzung nach dürfte jedoch diese Gruppe der Cypridinenschiefer als das Aequivalent der durch die Nierenkalksteine ausgezeichneten oberen Abtheilung Westphalens zu betrachten sein. Denn die weiter aufwärts folgende Gruppe der Posidonomyenschiefer ist wohl jedenfalls schon als das erste Glied der Steinkohlenformation einzuführen.

Das Uebergangsgebirge des Harzes, welches, mit Ausnahme einzelner Oertlichkeiten, durchaus devonisch sein dürfte, lässt in seinen Ver-

hältnissen gleichfalls eine recht auffallende Uebereinstimmung mit den Rheinischen und insbesondere mit den Nassauischen Bildungen erkennen.

Die erste genaue Nachweisung dieser interessanten Analogieen verdankt man Fridolin Sandberger, welcher im Jahre 1845, veranlasst durch einige in Adolph Römers Werk über die Versteinerungen des Harzgebirges hindurchlaufende Irrthümer, nicht nur den (bereits von Ferdinand Römer erkannten) vorwaltend devonischen Charakter des Harzes, sondern auch die Existenz derselben drei Hauptgruppen darthat, welche im Rheinischen Uebergangsgebirge vorliegen. (Neues Jahrbuch für Min. 1845, S. 427 ff.) Verneuil erkannte gleichfalls die Kalksteine von Iberg, Grund und Rübeland für devonisch (*Bull. de la soc. géol. 2. série, IV*, 759); Hausmann schloss sich den Ansichten Sandbergers an (Gött. gel. Anz. 1849, S. 1752), und endlich hat Adolph Römer selbst Resultate neuerer Untersuchungen mitgetheilt, welche die von Sandberger aufgestellte Gliederung der Harzer Uebergangsformation vollständig rechtfertigen; in Palaeontographica von Dunker und v. Meyer, III, 1850, S. 1 ff.

Oberfranken und der angränzende Theil des Thüringer Waldes, die Reussischen Fürstenthümer und das Sächsische Voigtland sind gleichfalls Gegenden, in welchen die devonische Formation eine grosse Verbreitung gewinnt, und namentlich die Clymenien- und Goniatiten-Kalksteine eine sehr wichtige Rolle spielen. Der Raum erlaubt uns jedoch nicht, auf eine nähere Darstellung derselben einzugehen.

§. 330. *Devonische Formation in Russland und Nordamerika.*

Nirgends in Europa ist die devonische Formation in einer grösseren Ausdehnung bekannt, als in Russland, wo sie über einen Flächenraum von beiläufig 7000 geogr. Quadratmeilen zu Tage austritt. Sie folgt dort regelmässig mit völlig concordanter Lagerung auf die Silurformation, zeigt, gleichwie diese, eine fast durchaus ungestörte, horizontale Schichtung, und wird in vielen Gegenden eben so regelmässig von der Steinkohlenformation bedeckt. Sie bildet zunächst den Untergrund von Curland, und lässt sich von dort aus einerseits in nordöstlicher Richtung, durch Livland und die Gouvernements Pskov, Petersburg und Olonetz bis nach Archangel, anderseits in ostsüdöstlicher Richtung durch die Gouvernements Witebsk, Smolensk, Kaluga und Tula bis nach Woronesch verfolgen. Murchison, Verneuil und Keyserling, aus deren, in dem berühmten Werke *The Geology of Russia* mitgetheilten Darstellungen wir das Folgende entlehnen, unterscheiden diese beiden grossen, von Curland auslaufenden Hauptzüge als die nördliche und die centrale devonische Zone.

1) Nördliche devonische Zone. Sie erstreckt sich von Curland bis nach Archangel; die Waldaihügel fallen grösstentheils, und die Hügel am Ilmensee gänzlich in ihr Gebiet.

a) Untere Etage. Ueber den silurischen Schichten an der Volkof folgen rothe und grünliche Kalksteine nebst rothen Mergeln, in welchen fast lauter devonische Fossilien enthalten sind.

Murchison und seine Begleiter fanden z. B. bei Prussino

Terebratula prisca,	*Orthis striatula*,
. *Meyendorfii*,	*Leptaena productoides*,
. *concentrica*,	*Avicula Wörthii*,
. *ventilabrum*,	*Modiola antiqua*,
Spirifer speciosus,	*Bellerophon globatus*,
. . . . *Archiaci*,	 *armatus*,
. . . . *plicistria*,	*Spirorbis omphalodes* und
. . . . *muralis*,	Schuppen von Glyptosteus.

Aehnliche mergelige und sandige Kalksteine fanden sich auch bei Tschudowa.

b) Mittlere Etage. Sie wird hauptsächlich von rothen und grünen, thonigen Mergeln, von Thonen, Kalksteinen und Sandsteinen gebildet, welche letztere oft wenig cohärent sind; auch findet sich hier und da Gyps, in dessen Nachbarschaft Salzquellen hervorbrechen. Solche Schichten sind es, welche den unteren Theil der Waldaihügel zusammensetzen.

Ausser *Terebratula prisca*, *Leptaena productoides*, *Spirorbis omphalodes* u. a. gemeinen Fossilien fanden Murchison und seine Begleiter auch *Terebratula Helmersenii*, *Spirifer Verneuilii*, *Sp. tenticulum* und *Orthoceras subfusiforme*. Da der Bohrversuch bei Staraja-Russa zu keinem Resultate geführt hat, so bleibt es zweifelhaft, ob die dortigen Salzquellen aus der devonischen oder aus der silurischen Formation stammen.

c) Obere Etage. Man sieht sie besonders an der Msta und an ihrem Nebenflusse Belaia. Sie besteht aus grünen und rothen Mergeln und Sandsteinen, über welchen eine sehr merkwürdige Knochenschicht (*bone-bed*) liegt, welche etwa 4 Fuss mächtig ist, und in ihrer unteren Hälfte fast nur aus Knochen und Schuppen von Fischen besteht, zumal von *Holoptychius nobilissimus*, *Glyptosteus favosus* und *Diplopterus macrocephalus*, welche auch im *Old red sandstone* Schottlands vorkommen. Ueber dieser Knochenschicht folgt ein 10 F. mächtiger weisser Mergelkalkstein und dann eine 60 F. mächtige Ablagerung von grünen und rothen Thonmergeln, auf welcher die tiefsten Schichten der Steinkohlenformation liegen.

In Curland und Livland zeigt die Formation im Allgemeinen eine ganz ähnliche Zusammensetzung, wie in den Gouvernements Petersburg und Nowgorod; die kalkigen Gesteine sind dort nicht selten, daher auch Mollusken zugleich mit den Fischen vorkommen. Anders verhält es sich in den Gouverne-

ments Olonetz und Archangel, wo die Kalksteine und mit ihnen die Mollusken fehlen, so dass nur noch Fischreste gefunden werden. Bei Kirchholm in Livland und bei Dünhof in Curland treten auch Gypsmassen auf. Die merkwürdigsten Fische aber fanden sich bei Dorpat; einer ist so colossal, dass er Knochen von $2^3/_4$ Fuss Länge lieferte, und anfangs für einen Saurier gehalten wurde; Agassiz nennt ihn *Chelonichthys Asmusii.*

2) Centrale devonische Zone. Sie ist sehr wichtig, steigt zwischen Orel und Woronesch bis 800 Fuss auf, bildet die centrale Wasserscheide Russlands und zugleich die Gränze zwischen dem Kohlenkalksteinbassin von Moskau und den südlichen Regionen der Kreideformation. Rücksichtlich ihrer Lagerung und ihrer Fossilien zeigt sie grosse Uebereinstimmung mit der nördlichen Zone; in petrographischer Hinsicht aber ist sie sehr abweichend. Denn nirgends sieht man rothe Schichten, und nur selten Sandsteine; vorwaltend erscheinen hellgelbe, dünnschichtige Kalksteine, welche oft so dolomitisch sind, dass sie dem *magnesian limestone* der permischen Formation Englands gleichen. Die zugleich vorkommenden Mergel sind bisweilen grünlich oder blaulich, und bilden Zwischenlagen, durch welche die Kalksteinschichten von einander abgesondert werden. Bei Orel kennt man auch eisenschüssige, gelbe, bisweilen auch grünliche sehr lockere Sandsteine.

Bei ihrer vorwaltend kalkigen Natur ist diese Zone weit reicher an Fossilien, als die nördliche Zone; unter diesen sind in den Profilen an der Oka und am Don im Ganzen etwa 30 wahrhaft devonische Species nachgewiesen worden.

Die devonische Formation Russlands, welche allerdings in ihrer petrographischen Zusammensetzung gar sehr von anderen Vorkommnissen derselben Formation abweicht, vereinigt in sich die paläontologischen Beweise ihres Alters, welche ausserhalb Russland bis jetzt nur getrennt vorgekommen sind. Der *Old red sandstone* Englands und Schottlands enthält zwar die Fische, aber fast keine Mollusken; die Grauwacken, Sandsteine und Kalksteine von Devonshire, Belgien und Rheinland-Westphalen dagegen liefern wohl viele Mollusken, aber keine Fische. In Russland sind die beiderlei Fossilien zugleich vorhanden; die Formation ist also dort vollständiger charakterisirt, als in anderen Gegenden, und dieses Zusammenvorkommen der Schottischen Fische mit den Mollusken von Devonshire liefert zugleich den Beweis dafür, wie richtig die Parallelisirung des *Old red sandstone* mit dem Schiefergebirge von Devonshire ist.

Der Zusammenhang zwischen den petrographischen und paläontologischen Charakteren ist auch in Russland recht auffallend. In Curland, Livland und im Gouvernement Petersburg, wo Kalksteine und Sandsteine zugleich vorkommen, da finden sich in den ersteren die Mollusken, in den letzteren die Fische; in Olonetz und Archangel, wo die Formation, wie in Schottland, nur aus Sandsteinen besteht, da giebt es auch nur Fischreste; in Orel und Woronesch end-

lich, wo der Kalkstein sehr vorherrscht, kommen viele Mollusken und nur seltene Ueberreste von Fischen vor. Jedenfalls aber ist die specifische Identität so vieler organischen Ueberreste mit denen des westlichen Europa eine eben so merkwürdige als wichtige Thatsache.

Wie die silurische, so muss auch die devonische Formation unter den neueren, sie bedeckenden Formationen durch ganz Russland hindurch fortsetzen; denn am westlichen Abfall des Ural lässt sich, fast in der ganzen Ausdehnung dieser Gebirgskette, eben so eine ununterbrochene Zone von devonischen Gesteinen verfolgen, wie dort eine dergleichen Zone von silurischen Gesteinen vorhanden ist.

Die devonische Formation der vereinigten Staaten Nordamerikas lässt namentlich im Staate New-York eine sehr reichhaltige Entwickelung erkennen, folgt daselbst in vollkommen concordanter Lagerung auf die silurische Formation, und besteht aus einer Reihe sehr verschiedener Etagen von Sandsteinen, Kalksteinen und Schiefern, wie aus der folgenden, von Verneuil*) entlehnten Uebersicht zu ersehen ist.

1) Sandstein von Oriskany; mit diesem quarzigen Sandsteine beginnt nach Verneuil die devonische Formation. Derselbe hat in New-York nur eine sehr geringe Mächtigkeit, welche jedoch in Pennsylvanien und Virginien bis zu 300 F. zunimmt, während sie nach Westen überall im Abnehmen begriffen ist, bis endlich weiterhin diese Etage gänzlich vermisst wird. Sie ist reich an Fossilien, unter welchen besonders Brachiopoden, zumal aber Spiriferen, darunter *Spirifer cultrijugatus* und *Sp. macropterus* zu erwähnen sind.

2) Sandstein mit *Fucoides cauda galli*, und Sandstein von Shoharie; beide sind braune, feinkörnige, sehr kalkige, daher durch die Verwitterung porös werdende Sandsteine, von sehr geringer Mächtigkeit, weshalb sie von Verneuil zusammengefasst werden**). Der erstere Sandstein ist durch hahnschwanzähnliche Abdrücke ausgezeichnet, welche man für Fucoiden hält; der zweite ist deshalb interessant, weil er, ausser vielen anderen organischen Ueberresten (Korallen, Orthoceren, *Cyrtoceras*, *Phacops macrophthalmus* u. s. w.), auch solche von Fischen aus dem Geschlechte *Asterolepis* umschliesst.

3) Onondagakalkstein und hornsteinreicher Kalkstein. Beide bilden, obwohl nicht viel über 50 F. mächtig, doch wegen ihrer grossen Verbreitung ein wichtiges Glied der ganzen Formation. Im westlichen Theile von New-York, wo die vorher genannten Sandsteine eben so wie die obersten Schichten der Silurformation fehlen, liegt unmittelbar auf der salzführenden Gruppe von Onondaga (S. 372) ein grauer, mehr oder weniger krystallinischer

*) *Bull. de la soc. géol. 2. série, t. IV, p.* 657 ff.

**) J. Hall hält es für zweckmässiger, den ersteren Sandstein mit der vorhergehenden, und den zweiten mit der nächstfolgenden Etage zu vereinigen. *The Amer. Journ. of sc. 2. ser. V, p.* 181.

Kalkstein, der reich an Krinoiden und Korallen ist, unter welchen letzteren *Calamopora Gottlandica*, *C. fibrosa* und *favosa*, so wie mehre Species von *Lithodendron* und *Cyathophyllum* die gemeinsten sind. Der hornsteinreiche Kalkstein, welcher reich an Hornstein-Nieren ist, enthält weder Krinoiden noch Korallen, dagegen viele andere Fossilien von ächt devonischem Charakter, wie z. B. *Phacops macrophthalmus*, mehre Species von *Cyrtoceras*, ähnlich denen aus Devonshire, *Loxonema nexile*, *Terebratula reticularis*, *Leptaena depressa* u. a.

4) Schiefer von Marcellus, Hamiltongruppe, Kalkstein von Tully, und Schiefer von Genessee. Diese vier, theils über, theils neben einander liegenden Schichtensysteme vereinigt Verneuil zu einer grösseren Etage, womit auch J. Hall vollkommen einverstanden ist. Der Marcellusschiefer ist ein schwarzer, sehr bituminöser, etwa 40 bis 50 F. mächtiger Schiefer mit einzelnen Schichten und Concretionen von Kalkstein, in welchen letzteren die ersten Producten und Goniatiten auftreten. Dieser Schiefer geht nach Osten hin in die, zuletzt fast 1000 Fuss mächtige Hamiltongruppe über, welche hauptsächlich von olivengrünem Schiefer gebildet wird, der reich an Conchiferen und Brachiopoden ist, unter welchen nicht weniger als 16 Species von Avicula, so wie von bekannten Europäischen Formen *Cardium loricatum*, *Terebratula reticularis* und *aspera*, *Productus subaculeatus* u. a. vorkommen; einige kalkige Schichten sind ganz erfüllt mit *Cystiphyllum* und *Cyathophyllum*. Der Tullykalkstein ist nur 8 bis 15 F. mächtig, hält als besonders charakteristische Fossilien *Terebratula cuboides* und *Orthis striatula*, und wird von den schwarzen Schiefern von Genessee bedeckt, welche etwa 150 F. mächtig, den Marcellusschiefern sehr ähnlich, aber im Ganzen arm an organischen Ueberresten sind.

5) Gruppen von Portage und Chemung. Beide Gruppen haben grosse petrographische Aehnlichkeit, und bilden eine ununterbrochene Reihe von thonigen und psammitischen Schichten. Die 1000 F. mächtige, an den Wasserfällen des Genessee besonders schön entwickelte Portage-Gruppe besteht aus sehr feinkörnigem, thonig-glimmerigen Psammit, und führt von Fossilien besonders *Goniatites retrorsus*, *G. sinuosus Hall*, *Bellerophon striatus* und *Cyathocrinus ornatissimus Hall*. Die 1500 Fuss mächtige Chemung-Gruppe wird hauptsächlich von Grauwacke, thonigem Sandstein und Schieferthon gebildet, in welchen die organischen Ueberreste nur als Abdrücke und Steinkerne vorhanden sind, meist Conchiferen und Brachiopoden, unter den letzteren *Spirifer calcaratus*, *Leptaena interstrialis Phill.*, *Productus subaculeatus* und *Terebratula reticularis*; auch Fucoiden sind häufig, während Korallen vermisst werden.

6) *Old-red-sandstone*; diese über 2000 F. mächtige, aus Sandstein und Schieferthon bestehende Etage bildet die Catskill-Berge, welche sich an der Gränze von Pennsylvanien hinziehen, tritt auch in diesen Staat ein, und führt Ueberreste von Fischen, wie solche auch in Schottland und Russland bekannt sind, namentlich von *Holoptychius nobilissimus*. Mit dieser Etage endigt im Staate New-York die devonische Formation.

Die Steinkohlenformation existirt nicht in New-York. Da nun alle Schichten der devonischen (wie der silurischen) Formation concordant gelagert sind, so beweist diess, dass die organische Natur nur unter dem Einflusse der

Zeit allmälig solche Veränderungen erlitt, in Folge welcher die meisten Etagen durch besondere Formen charakterisirt werden. Das Vorwalten der psammitischen und schiefrigen Gesteine in den östlichen Theilen des Staates berechtigt wohl zu der Vermuthung, dass im Osten ein Continent existirte, durch dessen Flüsse das Material dieser Gesteine zugeschwemmt wurde; auch bezeugen die Fucoiden und die Wellenfurchen der Sandsteine die Nähe der Küste. Diese Wellenfurchen, welche sich in allen Etagen der genannten Gesteine vorfinden, verweisen uns aber auf ein seichtes Meer, dessen Grund wahrscheinlich im Zustande einer säcularen Senkung begriffen war, während die Schichten der silurischen und devonischen Formation auf ihm abgesetzt wurden.

Wie manchfaltig und mächtig die devonische Formation im Staate New-York ausgebildet ist, so wird sie in den westlichen Staaten nur durch schwarze Schiefer und durch Kalkstein repräsentirt. Dieser Kalkstein hält in den Staaten Ohio und Indiana devonische Fische, dann Goniatiten, analog denen aus Nassau, ferner *Murchisonia bilineata*, *Loxonema nexile*, *Lucina proavia* und *L. rugosa*, *Terebratula aspera*, *T. reticularis* und *T. concentrica*, *Spirifer heteroclitus*, *Sp. cultrijugatus*, *Sp. ostiolatus*, *Chonetes nana*, *Productus subaculeatus* und *Pleurodictyum problematicum*, also lauter entschieden devonische Fossilien. Ueberhaupt aber sind, nach Verneuil und Sharpe, bereits 55 Species bekannt, welche der devonischen Formation Europas und Nordamerikas gemeinschaftlich angehören. (Verneuil a. a. O., und Sharpe, im *Quart. Journal of the geol. soc. IV*, 1848, *p.* 145 ff.)

Die devonische Formation behauptet im Staate New-York ein noch grösseres Gebiet, als die silurische Formation; aber ihre Schiefer und Psammite verschwinden nach Westen, in den Staaten Ohio, Kentucky und Indiana, bis endlich am Mississippi die ganze Formation zur Auskeilung gelangt ist.

§. 331. *Steinkohlenführende Ablagerungen der devonischen Formation.*

Indem wir, wegen der praktischen Wichtigkeit der Sache, ein paar Beispiele von solchen Steinkohlenbildungen vorführen wollen, welche, ihrer bathrologischen Stellung nach, der devonischen Formation zugerechnet werden müssen, haben wir zuvörderst eine allgemeine Bemerkung über die Flora der devonischen Formation nachzuholen.

Die Pflanzenwelt lässt während der langen Periode der primären oder paläozoischen Formationen eine weniger scharfe Abgränzung verschiedener Entwickelungsstadien erkennen, als die Thierwelt; es fand gewissermaassen eine grössere Beständigkeit der Pflanzenformen Statt,

weshalb denn auch zur Unterscheidung der einzelnen Formationen die vegetabilischen Ueberreste nicht immer mit derselben Sicherheit benutzt werden können, wie die animalischen. Es kann uns also nicht wundern, wenn die Flora der devonischen Formation schon eine grosse Uebereinstimmung, und wenn die Flora der permischen Formation noch eine auffallende Aehnlichkeit mit der Flora der carbonischen Formation erkennen lässt*), in welcher letzteren sich allerdings eine Ueppigkeit der Vegetation offenbart, wie solche weder vorher noch nachher Statt gefunden zu haben scheint. Wenn aber auch viele identische und analoge Pflanzenformen durch verschiedene Formationen hindurchgehen, so giebt es doch einige Formen, welche, nach dem dermaligen Zustande unserer Kenntnisse, für einzelne Perioden als charakteristisch gelten können.

Die in Sachsen, westlich von Freiberg, in der Gegend von Hainichen und Ebersdorf abgelagerte, aus mächtigen Conglomeraten, aus Sandstein, Schieferthon und fünf Kohlenflötzen bestehende Steinkohlenbildung zeigt nun aber neben solchen Pflanzenspecies, welche auch in der eigentlichen Steinkohlenformation vorkommen, eine Anzahl von anderen Species, welche bis jetzt nur in der devonischen Formation nachgewiesen worden sind; weshalb es schon aus paläontologischen Gründen sehr wahrscheinlich wird, dass diese beiden Kohlenbassins der devonischen Formation angehören.

Schon lange kannte man von Hainichen die merkwürdigen Calamiten, welche sich von allen übrigen Species dieses Geschlechtes dadurch unterscheiden, dass die Furchen des einen Gliedes genau auf die des folgenden Gliedes passen. Göppert hat gezeigt, dass dieselben Calamiten auch in der Grauwacke Schlesiens als wahre Leitfossilien sehr verbreitet sind, und Andrae bestätigt das Vorkommen derselben in der Grauwacke des Harzes und der Gegend von Magdeburg**). *Bornia scrobiculata* und *Knorria imbricata* sind bei Zwickau, in der eigentlichen Steinkohlenformation, noch niemals, bei Hainichen aber gar nicht selten vorgekommen. Gehört nun auch diese letztere Form nicht ausschliesslich der Uebergangsformation an, so gewinnt sie doch gerade im Erzgebirgischen Bassin den Charakter einer unterscheidenden Species zweier, discordant gelagerter Schichtensysteme. Dasselbe gilt von mehren Farnkrautspecies, während *Stigmaria ficoides* und andere Formen der Steinkohlenflora beiden Schichtensystemen gemeinschaftlich angehören.

*) Vergl. Ad. Brongniart, Chronologische Uebersicht der Vegetationsperioden, übers. von Müller, 1850, S. 5 ff. und Göppert, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 1851, S. 207.

**) Göppert im Neuen Jahrbuch für Min. 1847, S. 680, und Andrae in der botan. Zeitung, 9. Jahrg. 1851, S. 201.

Das in den Bassins von Hainichen und Ebersdorf abgelagerte kohlenführende Schichtensystem wird aber nicht nur durch seine Pflanzenreste, sondern ganz vorzüglich durch seine Lagerungsverhältnisse als eine Bildung charakterisirt, welche der eigentlichen Steinkohlenformation vorausgegangen ist, und sich an die Uebergangsformation so innig anschliesst, dass man es auch deshalb der devonischen Formation zurechnen möchte.

Bei Cunnersdorf und Berthelsdorf lehnen sich die fast senkrecht aufgerichteten tiefsten Schichten dieser Kohlenbildung unmittelbar an die gleichmässig aufgerichteten Schichten der Grauwacke, in deren Liegendem der graptolithenführende Kieselschiefer von Langenstriegis auftritt. Die eigentliche Steinkohlenformation von Zwickau dagegen ist den devonischen Schichten entschieden discordant aufgelagert.

Als den wichtigsten Punkt aber müssen wir es hervorheben, dass die in den obersten Regionen des Erzgebirgischen Bassins, bei Flöha und im Struthwalde abgelagerten steinkohlenführenden Schichten, welche in der Gegend von Lichtenwalde horizontal über den steil aufgerichteten Schichten des Ebersdorfer Bassins liegen, als die wirkliche Fortsetzung, oder richtiger, als der oberste Anfang der Zwickauer Steinkohlenformation zu betrachten sind. Diese Deutung, welche ich schon früher aus gewissen petrographischen und geotektonischen Verhältnissen der genannten Schichten gefolgert hatte, ist von mir im Jahre 1851 durch paläontologische Thatsachen ausser allen Zweifel gestellt worden. Die schmalen Kohlenflötze des Struthwaldes werden nämlich von dunkelgrauen Schieferthonen begleitet, in welchen *Stigmaria ficoides*, Sigillarien und Syringodendra gar nicht selten vorkommen, und Tausende von Calamiten in papierdünnen Abdrücken über einander gepresst liegen. Das ist aber nimmermehr die Flora des Rothliegenden, zu welchem man wohl jene Schichten rechnen zu können geglaubt hat, sondern ganz unzweifelhaft die Flora der Zwickauer Formation. Sie charakterisirt aber die obersten Schichten eines Systems, dessen tiefste Schichten bei Lichtenwalde auf den Schichtenköpfen der Ebersdorfer Formation discordant gelagert sind. Man kann diess wohl als einen vollgiltigen Beweis dafür ansehen, dass die Hainichen-Ebersdorfer Formation älter ist, als die eigentliche Steinkohlenformation, und dass die Zwickauer Formation in der Tiefe des Erzgebirgischen Bassins überall vorhanden sein wird; wie sie denn schon gegenwärtig bei Würschnitz, mitten zwischen Chemnitz und Zwickau, durch den Bergbau ausgebeutet wird.

Wie in Sachsen, so ist auch in Frankreich eine der devonischen Formation angehörige Steinkohlenbildung nachgewiesen worden. Es ist diess die in den Départements der Maine et Loire und der Loire inférieure, von Doué bis nach Nort, auf 25 Lieues Länge bekannte Steinkohlenformation, welche von Elie de Beaumont und Dufrénoy in der *Explication de la carte géologique de la France* unter dem Namen des *Système anthraxifère*

als eine devonische Bildung aufgeführt und wohlweislich von der eigentlichen Steinkohlenformation getrennt worden ist*).

Die merkwürdige anthracitführende Zone in den Loire-Gegenden, welche bei Mouzeil, Montrelais, Saint-Georges-Châtelaison und vielen anderen Orten bekannt, bei Chalonnes aber, wo sie das Thal der Loire schräg durchschneidet, am besten aufgeschlossen ist, besteht nach unten aus Conglomeraten von Quarz-, Glimmerschiefer- und Thonschiefer-Geröllen, welche weiter aufwärts, durch allmälige Verfeinerung des Kornes, in Sandsteine übergehen, über und zwischen denen endlich mehre (2 bis 7) Anthracitflötze folgen, welche jedoch nicht als stetige Lager, sondern nur als lagerartig hinter einander gereihte Stöcke ausgebildet sind, die zuweilen fast wie verticale, schilfartig comprimirte Säulen in die Tiefe hinabsetzen. Diese Kohlen werden sehr gewöhnlich im Hangenden und Liegenden von einem licht grünlichgrauen, ziemlich weichen thonsteinähnlichen Gesteine begleitet, welches wegen seiner tesseralen Zerklüftung *pierre carrée* genannt wird. Auch treten hier und da Quarzite und Kalksteine in der Form von untergeordneten Stöcken auf; bei Coupe-Choux enthält ein solches Kalksteinlager *Terebratula prisca* und andere devonische Fossilien.

Das ganze, 1000 bis 1500 Meter mächtige und 15 Meilen weit fortziehende Schichtensystem ist der silurischen und devonischen Formation eingeschaltet, streicht im Mittel von OSO. nach WNW., und zeigt durchaus eine steile Schichtenstellung, indem seine Schichten in mehre sehr scharfe Mulden und Sattel gefaltet sind, so dass sie sich mehrfach wiederholen, und bald nach Norden, bald nach Süden einsenken.

Es ist über die wahre bathrologische Stellung dieser Steinkohlenbildung viel gestritten worden, weil sie mehre Geologen für wirkliche Steinkohlenformation erklärten. Allein ausser der eigenthümlichen Lagerungsform, welche eine sehr innige und völlig concordante Verknüpfung mit der Grauwackenformation beurkundet, sprechen noch folgende Gründe für die von Dufrénoy und Elie de Beaumont adoptirte, und später noch besonders von Viquesnel vertretene Ansicht:

1) Die untergeordneten Kalksteinlager enthalten bisweilen devonische Fossilien; und
2) Von 21 Pflanzenspecies, welche Adolph Brongniart aus dieser Kohlenbildung aufführt, sind nach Raulin bis jetzt nur sehr wenige in der eigentlichen Steinkohlenformation gefunden worden; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, 1844, *p.* 142).

Man vergleiche insbesondere die sehr lehrreiche Abhandlung von Viquesnel über diese Steinkohlenbildung, im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, *p.* 70 ff.

Wir übergehen die unbedeutenden und selbst noch etwas zweifelhaften Vorkommnisse von Thann in den Vogesen, von Zunsweier in Baden,

*) Eine ähnliche anthracitische Steinkohlenbildung, welche weiter nördlich, in den Dépp. der Mayenne und der Sarthe auftritt, wird daselbst durch Kohlenkalkstein von der devonischen Formation getrennt, und ist daher wirkliche Steinkohlenformation. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 65.

um diesen Abschnitt mit einer kurzen Erwähnung der in Spanien nachgewiesenen devonischen Steinkohlenbildungen zu beschliessen.

Die kohlenführenden Schichten Asturiens gehören nach Paillette und Verneuil zum Theil der devonischen Formation an. Bei Arnao unweit Avilès lehnt sich an die steil aufgerichteten Schichten der Silurformation ein nur wenig geneigtes System von Schieferthonschichten, in welchem ein 12 bis 24 Fuss mächtiges Steinkohlenflötz auftritt; über diesem Systeme folgt in ganz regelmässiger und concordanter Lagerung ein Quarzconglomerat, und dann eine Kalkstein-Ablagerung, in welcher *Terebratula reticularis* und andere devonische Fossilien vorkommen. Ganz ähnliche Verhältnisse wiederholen sich bei Ferroñes; nur sind die Schichten dort steiler aufgerichtet, und ohne das Zwischenlager von Quarzconglomerat ausgebildet.

Verneuil und d'Archiac bestimmten aus dem Kalksteine von Ferroñes unter anderen folgende Petrefacten:

Calamopora polymorpha,	*Spirifer Verneuilii*,
. *fibrosa*,	 *heteroclitus*,
Lithodendron caespitosum,	*Orthis resupinata*,
Aulopora serpens,	*Leptaena Murchisoni*,
Terebratula reticularis,	*Conocardium aliforme*,
. *Daleidensis*,	*Spirorbis omphalodes*,

durch welche wohl das devonische Alter desselben und der unter ihm liegenden Steinkohlen hinreichend erwiesen wird. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *II*, 1845, *p.* 439 ff. und *p.* 458.

Nach Verneuil ist auch das Kohlenbassin von Sabero in der Provinz Leon als das oberste Glied der dortigen devonischen Formation zu betrachten. Die herrschenden Gesteine dieser, in ostwestlicher Richtung über 24 Meilen weit zu verfolgenden Bildung sind Thonschiefer, schwarzer, grauer oder röthlicher Schieferthon, und quarziger oft zelliger Sandstein; die Anzahl der Kohlenflötze ist bedeutend, und einige erreichen stellenweise eine Mächtigkeit von 50, 60, ja sogar 100 Fuss. Die Art und Weise, wie diese Kohlenbildung zwischen den Schichten der Uebergangsformation eingeschaltet oder eingeklemmt ist, hat grosse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der oben erwähnten Kohlenformation der unteren Loire.

Unter den verschiedenen Gründen, welche Verneuil für seine Ansicht über ihr devonisches Alter anführt, sind die wichtigsten, dass am Südrande derselben mächtige Kalksteinschichten mit devonischen Conchylien zwischen den schwarzen Schiefern auftreten, und dass der eigentliche Kohlenkalkstein, welcher doch auf der Nordseite der cantabrischen Kette existirt, im Bassin von Sabero nirgends bekannt ist. (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *VII*, 1850, *p.* 156 ff.)

Fünfter Abschnitt.

Grünstein-Formationen.

§. 332. *Unterscheidung der amphibolischen und pyroxenischen Grünsteine.*

Da die meisten Grünsteine im Gebiete der paläozoischen Formationen, und vorzugsweise im Gebiete der silurischen und devonischen Formation aufzutreten pflegen, während nicht wenige derselben schon im Gebiete der Urschieferformation vorkommen, so erscheint es zweckmässig, die Betrachtung dieser eruptiven Gebilde auf die der Uebergangsformationen folgen zu lassen.

Indem wir nun bei der nicht zu verkennenden Schwierigkeit, welche manche unter dem Namen Grünstein eingeführte Gesteine der Bestimmung ihrer mineralischen Zusammensetzung entgegenstellen, diesem einmal herkömmlichen Namen noch eine gewisse Brauchbarkeit zugestehen, müssen wir doch die Grünsteine überhaupt in zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen bringen, je nachdem solche mit Amphibol oder mit Pyroxen gemengt sind. Wir unterscheiden daher die amphibolischen Grünsteine, oder die Amphibolite und Diorite, von den pyroxenischen Grünsteinen, oder den Diabasen und den mit ihnen verbundenen Gesteinen. Dass diese letzteren im Allgemeinen weit häufiger vorkommen, als die ersteren, und dass daher die meisten, unter dem vagen Namen Grünstein aufgeführten Gesteine als pyroxenische zu betrachten sind, diess ist durch Cordier, Boué, Macculloch und insbesondere durch G. Rose ausser allen Zweifel gestellt worden (I, 592). Desungeachtet aber spielen auch die amphibolischen Grünsteine in manchen Gegenden eine nicht unwichtige Rolle.

Auch sind es besonders die zu dieser Abtheilung gehörigen Gesteine, welchen wir bereits in den primitiven Formationen als untergeordneten Bildungen, in der Form von regelmässig eingeschichteten Stöcken, Lagern und Schichtensystemen begegnen (S. 86 und 140), während sie anderwärts mit allen Eigenschaften eruptiver Gesteine ausgebildet sind, weshalb sich auch für sie die, für manche andere krystallinische Silicatgesteine giltige Regel bewährt, dass solche einestheils als Glieder der primitiven Formationen, anderntheils als eruptive Bildungen auftreten, ohne dass diese verschiedene Bildungsweise eine sehr auffallende petrographische Verschiedenheit zur Folge hatte.

Bei vielen älteren und auch bei manchen neueren Angaben und Beschreibungen bleibt es allerdings zweifelhaft, ob die als Grünsteine, oder auch als Diorite oder Diabase aufgeführten Gesteine der amphibolischen oder der pyroxenischen Abtheilung angehören. Es hat diess seinen Grund theils in der oft schwierigen Erkennbarkeit ihrer Gemengtheile, theils in der wechselnden Bedeutung des Wortes Diabas, welches Brongniart für die Diorite gebrauchte. Bei manchen Beschreibungen, in denen ausdrücklich Hornblende als Gemengtheil genannt wird, kann man wohl mit Recht annehmen, dass eine Verwechslung des Pyroxens mit Amphibol Statt gefunden habe. Die, selbst bei sehr kleinkörniger Ausbildung, unter der Loupe recht deutlich erkennbaren, vollkommenen und stark glänzenden Spaltungsflächen, die weit bestimmtere und schärfere Contourirung der Hornblende-Individuen und die gewöhnlich schwärzlichgrüne bis grünlichschwarze Farbe derselben bieten schon in vielen Fällen recht gute Unterscheidungsmerkmale dar.

Indem wir es an gegenwärtigem Orte nur mit den eruptiven Grünsteinen zu thun haben, lassen wir die Betrachtung derselben in zwei Kapiteln folgen, von denen das erstere die dioritischen, das andere die diabasartigen Grünsteine behandelt.

Erstes Kapitel.

Amphibolische oder dioritische Grünsteine.

§. 333. *Petrographische Verhältnisse.*

Da die im ersten Bande S. 579 ff. aufgeführten schiefrigen Gesteine, nämlich Hornblendschiefer, Strahlsteinschiefer und Dioritschiefer, vorzüglich als untergeordnete Glieder der primitiven Formation auftreten, so haben wir uns jetzt noch hauptsächlich mit den körnigen Amphiboliten und Dioriten, so wie mit den Dioritporphyren zu beschäftigen. Von dem Kersanton, Ophit und Norit müssen wir absehen, weil sie theils nur als locale, theils als solche Bildungen zu betrachten sind, deren Verhältnisse noch nicht hinreichend erforscht wurden.

Wie sehr diess namentlich für den Kersanton gilt, dafür liefern die neueren Untersuchungen von Delesse einen schlagenden Beweis; während nämlich der Kersanton zeither von den französischen Geologen als ein, wesentlich aus Hornblende und Glimmer gemengtes Gestein beschrieben worden ist, zeigt Delesse, dass er ein wesentlich aus Feldspath und Glimmer bestehendes Aggregat sei, in welchem gar keine Hornblende vorkommt. (*Ann. des mines*, *t. XIX*, 1851, *p.* 175 f.) Nach Fourcy bildet er sehr unregelmässige Gangstöcke im Thonschiefer und in der silurischen Grauwacke der Gegend von Brest.

In Betreff der mineralischen Zusammensetzung der Diorite sind in neuester Zeit durch die Untersuchungen von Delesse nicht unwichtige Aufschlüsse gewonnen worden. Wie nämlich dieser unermüdliche Forscher schon früher gezeigt hatte, dass der feldspathige Gemengtheil des sogenannten Kugeldiorites von Corsica nicht Albit, sondern Anorthit sei, so hat er neulich in mehren Dioriten der Vogesen theils Andesin, theils Oligoklas nachgewiesen.

Im Diorite von Faymont erkannte er den, in kleinen kugeligen oder sternförmigen Krystallgruppen ausgebildeten Feldspath für Andesin, mit 59,38 p. C. Kieselerde; eben so fand er im Diorite von Fouday Andesin mit 59,2 p. C. Kieselerde; beide Gesteine enthalten schwarze, deutlich krystallinische Hornblende, und zeigen krystallinisch-körnige Textur. Im Diorite vom Pont-Jean bei St. Maurice, einem Gemenge aus vorwaltendem, schön grün gefärbten Aktinolith und aus Feldspath, wurde der letztere, welcher theils in feinen Körnern, theils in kleinen sternförmigen Krystallgruppen auftritt, als Labrador mit 53 p. C. Kieselerde bestimmt. Dagegen fand er in den sehr glimmerreichen Dioriten vou Clefcy (Vogesen) und von Vaugneray (Rhône), dass ihr feldspathiger Gemengtheil Oligoklas sei, was auch sehr wahrscheinlich mit den ganz ähnlichen Gesteinen zwischen Syëne und der Insel Phylä in Aegypten der Fall ist. *Ann. des mines, t. XVI*, 1849, *p.* 342, und *t. XIX*, 1851, *p.* 149 f.

Aus diesen Untersuchungen Delesse's ergiebt sich, dass viele Diorite nicht sowohl Albit, als vielmehr Oligoklas und andere, noch kieselärmere Feldspathspecies enthalten, und dass diess selbst bei solchen Dioriten der Fall ist, welche, wie jener von Corsica, Faymont und Fouday, viel freie Kieselsäure in der Form von Quarzkörnern umschliessen. Weiter ausgedehnte Untersuchungen werden vielleicht für sämmtliche Diorite die von G. Rose aufgestellte Vermuthung bestätigen, dass der Albit niemals als eigentlicher Gemengtheil der Gesteine, sondern lediglich in den Drusen und krystallinischen Trümern derselben ausgebildet ist.

Obgleich in den meisten Dioriten die Hornblende vorzuwalten scheint, so giebt es doch auch Varietäten mit sehr vorwaltendem feldspathigen Gemengtheil; in den glimmerreichen Varietäten aber können durch die sich breit machenden Glimmerblättchen die übrigen Gemengtheile bisweilen verdeckt und unscheinbar gemacht werden; dasselbe ist auch in den sehr feinkörnigen Varietäten der Fall, welche endlich in dichte Varietäten oder Aphanite übergehen. Ueberhaupt aber ist nach Delesse bei den körnigen Dioriten die Grösse des Kornes sehr wechselnd, so dass zuweilen in einem und demselben Stücke sehr grobkörnige und ganz feinkörnige Partieen neben einander liegen. Die Neigung zur sphäroidischen Structur, oder auch zur Bildung von sternförmigen Krystallgruppen, scheint besonders den andesinhaltigen Dioriten eigen zu sein.

In dem mehrerwähnten Diorite von Corsica ist der Feldspath sehr vorwaltend und die Hornblende bedeutend zurückgedrängt. Der Diorit der Turjinschen Gruben am Ural stellt nach G. Rose hauptsächlich ein körniges Aggregat von Albit dar, welchem Hornblendkrystalle und feine Körner von Quarz und Magneteisenerz eingestreut sind; der Diorit von Reschewsk aber ist eine feinkörnige Albitmasse mit liniengrossen radialfaserigen Hornblendkugeln. Dagegen sind die Diorite von der Schischimskaja-Gora und von Turgojarsk grobkörnige Aggregate von Hornblende mit eingesprengten Albitkörnern.

Die dunkelgrüne Farbe der Diorite und dioritischen Aphanite rührt wohl hauptsächlich von der Hornblende her; doch enthalten manche Varietäten (eben so wie manche Hornblendschiefer) eine bedeutende Beimengung von Chlorit, welcher dann vorwaltend als das Pigment der Gesteinsmasse zu betrachten sein dürfte. Delesse ist der Ansicht, dass diese chloritreichen und oft sehr hornblendarmen Varietäten eine besondere Gruppe in der Familie des Diorites bilden. Besonders scheinen die, bis jetzt noch sehr wenig untersuchten Aphanite neben den mikroskopischen Hornblend-Individuen auch ein chloritähnliches Mineral zu enthalten, welches durch Behandlung mit Salzsäure entfärbt wird, daher auch viele Aphanite durch Digestion mit Säuren eine Bleichung erleiden.

Die Dioritporphyre sind dergleichen Aphanite, innerhalb welcher Krystalle oder krystallinische Körner von Hornblende und Albit (oft wohl auch von Oligoklas oder Andesin) zur Ausbildung gelangt sind; da ihre Grundmasse oft um so hellfarbiger zu sein pflegt, je weniger Hornblendkrystalle in ihr liegen, so scheint ihre Färbung in der That hauptsächlich von Hornblende herzurühren.

Die Diorite und die übrigen hierher gehörigen Gesteine scheinen nur selten eine säulenförmige oder sphäroidische Absonderung zu besitzen, entwickeln aber zuweilen eine mehr oder weniger deutliche Schichtung, und eine ihr entsprechende plattenförmige Absonderung; ausserdem unterliegen sie noch häufig einer unregelmässig polyëdrischen Zerklüftung.

Pistazit, Quarz, Albit, Chlorit und Kalkspath erscheinen oft in drusigen Trümern und Nestern ausgeschieden, und dichter Pistazit wechselt zuweilen in dünnen Lagen mit dem Dioritschiefer oder Aphanitschiefer, deren Schichten dadurch ein gestreiftes oder gebändertes Ansehen erhalten.

§. 334. *Geotektonische Verhältnisse.*

Als die gewöhnlichsten Lagerungsformen der eruptiven Diorite dürften theils Stöcke theils Gänge zu betrachten sein, indem diese Ge-

steine nur selten in so grossen und ausgedehnten Ablagerungen vorkommen, wie die Granite und Syenite, oder wie manche jüngere eruptive Gesteine. Nicht selten treten sie auch in mächtigen Zonen auf, welche zwischen anderen, geschichteten Silicatgesteinen eingeschaltet sind, und bisweilen die Axe von fächerförmigen oder giebelförmigen Schichtensystemen bilden; auch sind manche Gänge als Lagergänge ausgebildet, welche sich ziemlich regelmässig zwischen den Schichten der sie einschliessenden Gesteine hinziehen, und dabei eine recht ansehnliche Mächtigkeit und Erstreckung gewinnen können.

Die Gänge zeigen bisweilen die merkwürdige Erscheinung, dass sie in ihrer Mitte als körniger Diorit ausgebildet sind, während sie an ihren Salbändern aus Diorit schiefer oder Hornblendschiefer bestehen. Blöde hat dergleichen Gänge im Granite der Gegend von Jampol, Chomenka und Wrazlaw beobachtet. Damit steht wohl eine anderwärts nicht selten beobachtete Thatsache in Verbindung, dass nämlich auch Dioritstöcke gegen ihre Gränze in Dioritschiefer und selbst in Hornblendschiefer übergehen. Die schiefrige Structur dieser Gesteine dürfte daher keinen Grund gegen die Annahme ihrer eruptiven Natur abgeben, und wenn wir z. B. mitten in granitischen Ablagerungen Hornblendschiefer auftreten sehen, so kann ein derartiges Vorkommen recht wohl als ein gangartiges Gebirgsglied gelten, wenn nicht seine übrigen Verhältnisse eine andere Deutung erfordern.

Ueberall, sagt v. Blöde, stehen die erwähnten Gänge aufrecht, und sind 5 bis 10 F. mächtig; die mittlere Ausfüllungsmasse besteht in der Regel theils aus kleinkörnigem Diorit, theils aus körnigem Amphibolit; anders erscheint die Gangmasse zu beiden Seiten. Es sind diess bis 2 F. mächtige Salbänder aus glimmerreichem Hornblendschiefer, der fast eben so scharf vom Diorite als vom Granite abgesondert ist, und mit seiner Schieferung der Gangfläche parallel liegt. Namentlich bei Chomenka gleicht das ganze Vorkommen drei neben einander gelegten dunkeln Bändern auf lichtfarbigem Grunde (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 508). Auch die in Aegypten, zwischen Syëne und der Insel Phylä, im Granite aufsetzenden Gänge von glimmerreichem Diorit nehmen nach den Beobachtungen von Lefebvre gegen ihre Salbänder oft eine schiefrige Structur an. Der Diorit von Fondromé in den Vogesen ist nach Delesse bald grob- und kleinkörnig, bald schiefrig, und scheint diese letztere Structur besonders an seinen Gränzen gegen den Granit anzunehmen, daher man zuweilen Stücke findet, in welchen der Dioritschiefer und der Granit sehr scharf an einander abschneiden. *Ann. des mines*, *t. XIX*, 1851, *p*. 150.

Weit häufiger, ja man möchte fast sagen in der Regel, findet für die Gänge das Verhältniss Statt, dass sie, in der Mitte grobkörnig oder doch deutlich körnig ausgebildet, nach beiden Salbändern hin eine immer feinkörnigere, und zuletzt eine fast ganz dichte Textur zeigen. Eine aus

dieser Ausbildungsweise unmittelbar zu erklärende Erscheinung ist es wohl auch, dass gar häufig die in einer und derselben Gegend aufsetzenden Diorit-gänge um so feinkörniger sind, je geringere Mächtigkeit sie besitzen, weshalb denn die Grösse ihres Kornes oder die Vollkommenheit ihrer krystallinischen Ausbildung gewissermaassen ihrer Mächtigkeit proportional ist. „Dasselbe Verhalten der Dichtigkeit zur Mächtigkeit der Massen bleibt aber auch giltig, wo die Varietäten von einander getrennt vorkommen. Die Kuppen sind grobkörnig, die mächtigen Gänge feinkörnig, die geringmächtigen dicht.“ Cotta in Geogn. Beschr. d. Königr. Sachsen, Heft III, S. 25.

Bruchstücke anderer Gesteine und breccienartige Ausbildung sind auch bei den Dioriten beobachtet worden. So umschliesst z. B. der Diorit von Fouday Fragmente desselben Granites, welchen er gangförmig durchsetzt, und Mohs beschrieb schon 1807 ein an der Villacher Alpe vorkommendes körnigstrahliges Hornblendgestein, welches bald in Aphanit, bald in Dioritporphyr übergeht, und oft als Breccie ausgebildet ist, indem scharfkantige Bruchstücke dieser Gesteins-Varietäten nebst Kalksteinfragmenten ohne Ordnung und in den verschiedensten Lagen durch einander liegend durch Hornblende fest verbunden sind*).

Metamorphosirende Einwirkungen der Diorite auf ihr Nebengestein haben gewiss öfters Statt gefunden, sind aber doch bis jetzt nur selten nachgewiesen worden, indem manche Angaben der Art wohl eher auf pyroxenische, als auf amphibolische Grünsteine zu beziehen sein dürften.

Diess Letztere ist wahrscheinlich der Fall mit den sogenannten Dioriten der Gegend von Cieszyn oder Teschen und von Kattowice, welche Zeuschner beschrieben hat; die denkwürdigen Einwirkungen, welche sie auf ihr Nebengestein ausgeübt haben sollen, sind im I. Bande S. 779 erwähnt worden. Bei Domfront in der Bretagne setzt ein 20 bis 25 Meter mächtiger Gang von Amphibolit im Sandstein und Schiefer auf, welcher letztere im Contacte als Fleckschiefer ausgebildet ist; die am Cap Frehel den Sandstein durchschneidenden Amphibolitgänge aber haben ihr Nebengestein hart und spröde gemacht, und prismatisch abgesondert. *Explication de la carte géol. de la France*, *I*, S. 199 und 200. Der Aphanit von Saint-Bresson im Dep. Haute-Saône, welchen Delesse analysirt und beschrieben hat, dürfte zu den amphibolischen Gesteinen gehören. An seiner Gränze gegen den grobkörnigen porphyrartigen Granit verwandelt sich der letztere in ein dunkelgraues dichtes Gestein, welches unmittelbar in den Aphanit überzugehen scheint, aber dennoch 63,8 p. C.

*) Mohs in v. Molls Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde, III, 1807, S. 173. Auch Leopold v. Buch erwähnt dieses sonderbare Hornblende-Conglomerat in Leonhards Min. Taschenb. für 1824, S. 428.

Kieselerde enthält, während im Aphanite nur 46 bis 47 p. C. vorhanden sind; Delesse hält es daher für sehr wahrscheinlich, dass der Aphanit während seiner Eruption eine Erweichung und innere Umkrystallisirung des zunächst angränzenden Granites verursacht habe. *Ann. des mines, t. XVI*, 1849, *p.* 360.

Dass übrigens die Stöcke und Gänge der Diorite, eben so wie jene der Granite, bisweilen Apophysen und Ramificationen in das Nebengestein getrieben haben, und dass da, wo mehre dergleichen Gänge nahe beisammen auftreten, auch gegenseitige Durchsetzungen vorkommen, welche auf eine Repetition der Diorit-Eruptionen schliessen lassen, dafür sind gleichfalls Beispiele bekannt.

So berichtet Delesse, dass der Diorit von Fouday im Granite sehr unregelmässige Gänge bildet, welche sich oft in eine Menge einzelner Trümer und Adern zerschlagen; und Cotta beschreibt vom Belmsdorfer Berge bei Bischofswerda einen 20 Fuss mächtigen Dioritgang, welcher im Granite aufsetzt, und von einem zweiten, nur 2 bis 3 Zoll mächtigen Aphanitgange schräg durchschnitten wird, dessen schwarzes, dichtes Gestein sowohl gegen den Granit als auch gegen den Diorit völlig scharf begränzt ist.

§. 335. *Vorkommen einiger Diorite.*

Da die Diorite, als die im Allgemeinen selteneren und minder verbreiteten Grünsteine noch weniger erforscht sind, als die pyroxenischen Grünsteine, so glauben wir diese kurze Betrachtung derselben mit der Erwähnung einiger Beispiele ihres Vorkommens beschliessen zu müssen.

Nach G. Rose bilden Diorite und Dioritporphyre die wichtigsten plutonischen Gesteine des Ural, in welchem Gebirge sie eine ganz ausserordentliche Verbreitung gewinnen. Im südlichen Theile desselben erscheinen sie seltener, mehr im mittleren, und am meisten im nördlichen Theile, wo sie den Hauptrücken constituiren, und in den höchsten Punkten aufragen, wie z. B. im Konschekowskoi-Kamen bei Bogoslowsk und in der Belaja-Gora bei Nischne-Tagilsk; auch kommen sehr ausgezeichnete Varietäten bei Alapajewsk und Miask vor. Die meisten Dioritporphyre des Ural enthalten zahlreichere und grössere Krystalle von Hornblende, als von Albit, auch pflegen sie eine desto hellere Grundmasse zu besitzen, je weniger Hornblende ihnen eingesprengt ist.

Coquand gab Notizen über die Amphibolite und Diorite der Gegend von la-Bauduère in der Vendée. Diese beiden Gesteine, welche sich gar nicht von einander trennen lassen, weil das Vorwalten der Hornblende oder des Albites ein sehr zufälliges und unbestimmtes Verhältniss ist, breiten sich zwischen la-Bauduère, Olonne und le-Bois über einen bedeutenden Flächenraum aus und scheinen sich von la-Salle aus über dem

Protogin und Talkschiefer ergossen zu haben. Die Varietäten sind unzählig, und beide Gesteine gehen bald allmälig bald plötzlich in einander über. Der Amphibolit ist theils körnigblätterig, theils strahlig; der Diorit enthält die Hornblende in der Albitmasse bald eingesprengt, bald büschelweise oder nesterweise, und oft nur in unbedeutenden Spuren.

Bei le-Bois, östlich von les-Sables, findet sich eine schöne, aus röthlichweissem Albit und grünlichblauem Amphibol bestehende Diorit-Varietät, und zwischen la-Salle und Olonne besteht das Gestein aus abwechselnden Lagen von Albit und grünem Amphibol. *Bull. de la soc. géol. VII,* 1835, *p.* 74 ff.

Eine recht interessante Arbeit über die dioritischen Gesteine des westlichen Frankreich veröffentlichte Rivière im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, 1844, *p.* 528—568. Er unterschied überhaupt fünf Species von Gesteinen, nämlich Amphibolit, Diorit, Eklogit, Kersanton und Hemithren (I, 666), als eben so viele petrographische Glieder der amphibolischen Grünsteinformationen; die beiden ersteren sind die häufigsten, und der Diorit selbst bildet den eigentlichen Repräsentanten der ganzen Gruppe, deren Glieder alle in einander übergehen sollen.

Im westlichen Frankreich treten diese Gesteine an sehr vielen Punkten auf, und Rivière kennt von der Normandie bis zum oberen Poitou über 300 verschiedene Stöcke, Kuppen und Gänge derselben. Die Dioritstöcke haben gewöhnlich eine geringe Ausdehnung, sind aber oft reihenförmig hinter einander geordnet, und einige derselben erreichen eine bedeutende Grösse. Die Hauptrichtung ihrer linearen Vertheilung ist beinahe die von OSO. nach WNW., und nach derselben Richtung sind auch die einzelnen Stöcke in die Länge gestreckt.

Eine wirkliche Schichtung soll n i c h t vorkommen; was als eine solche erscheint, ist entweder eine blose Parallelstructur, oder eine plattenförmige Zerklüftung, oder eine eigenthümliche zwischen den Schichten des Nebengesteins bewirkte Lamination, oder auch bisweilen eine Folge der Zersetzung. Da diese dioritischen Gesteine alle ältere Formationen, einschliesslich der Steinkohlenformation, durchsetzen, so dürfte die wichtigste Eruptionsepoche derselben n a c h der Periode dieser letzteren Formation eingetreten sein. Uebrigens haben sie nicht nur ihr Nebengestein alterirt, sondern auch selbst im Contacte gewisse Veränderungen erlitten.

Ueber die Diorite der V o g e s e n haben v. Oeynhausen, v. Dechen und Laroche, Elie de Beaumont, Rozet, Hogard und Delesse Mittheilungen gemacht. Bei La-Greneille hat Mareine einen Dioritporphyr beobachtet, welcher zwei sehr ausgezeichnete Gänge im Granit bildet, deren einer 40 Meter mächtig ist. Bei Ranfaing setzen gleichfalls im Granite Dioritgänge auf, wie denn überhaupt in der Umgebung des

Syenitgebietes der Vogesen die Diorite sehr verbreitet sind. Vorzüglich entwickelt treten sie mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften im Ban de la Roche, namentlich in der Gegend von Fouday und Saint-Blaise auf. Diese Diorite der Vogesen haben nach Delesse sehr verschiedene petrographische Eigenschaften, und sind weder alle unter denselben Umständen, noch zu derselben Epoche gebildet worden. Die Varietäten von körniger oder granitischer Structur enthalten in der Regel Quarz, sind arm an Hornblende, haben eine äusserst abwechselnde Beschaffenheit und sind oft mit ihrem Nebengesteine sehr innig verflösst. Die Varietäten von porphyrischer Structur halten gewöhnlich keinen Quarz, sind reich an Hornblende, zeigen eine sehr constante Beschaffenheit, und schneiden scharf ab an ihrem Nebengesteine.

Die sehr glimmerreichen Varietäten, in denen der Glimmer so beständig auftritt, dass er als ein wesentlicher Bestandtheil gelten kann, nennt Delesse *diorites micacés*; da sie sich leicht bearbeiten lassen und sehr dauerhaft erweisen, so werden sie als Bausteine und zu architektonischen Sculpturen benutzt, wie diess schon im Alterthume mit denselben Gesteinen in Aegypten der Fall gewesen ist. An sie schliessen sich die von Delesse Kersantit genannten Gesteine an, welche wesentlich aus Oligoklas und schwärzlichbraunem Glimmer mit sehr wenig Hornblende bestehen, deren Anwesenheit erst deutlich erkannt werden kann, wenn das Gestein in Salzsäure gekocht und dadurch der Glimmer zersetzt worden ist. Dergleichen Kersantit bildet in den Vogesen gangartige Gebirgsglieder bei Visembach und Sainte-Marie-aux-Mines. *Ann. des mines*, *t. XIX*, 1851, *p.* 164 ff. Es scheint, dass diese Gesteine eine grosse Aehnlichkeit mit der sogenannten Minette haben, mit welcher sie vielleicht zum Theil identisch sein dürften (I, 613).

Zweites Capitel.

Pyroxenische Grünsteine oder Diabase.

§. 336. *Petrographische Verhältnisse.*

Die meisten der unter dem Namen Grünstein begriffenen Gesteine sind pyroxenische Gesteine aus der Familie des Diabases und lassen sich daher unter dem Namen der Diabasformation zusammenfassen. Ausser den krystallinischen Gesteinen, als welche besonders Diabas und Diabasschiefer, Aphanit und Aphanitschiefer, Diabasporphyr in seinen verschiedenen Varietäten (Oligoklasporphyr, Augitporphyr, Uralitporphyr) und Kalkdiabas zu nennen sind (I, S. 394 ff.) begreift diese Formation noch gewisse klastische Gesteine, nämlich die Grünsteinbreccien, die Grünsteinconglomerate und Grünsteintuffe (I, 703), welche in manchen

Gegenden eine sehr wichtige Rolle spielen, und theils als eruptive oder contusive Frictionsgebilde, theils als Alluvionsgebilde zu betrachten sind (I, 690). Auch dürften wohl viele Schalsteine und gewisse grüne Schiefer mit in den Bereich der Diabasformation zu ziehen sein.

Indem wir wegen der petrographischen Verhältnisse dieser Gesteine auf die angeführten Stellen des ersten Bandes verweisen, haben wir nur noch einige Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen den krystallinischen und den klastischen oder sedimentären Gesteinen, über einige Gesteinsvarietäten und über die Gesteinsformen nachzuholen.

Die Uebergänge des Schalsteins in den Diabas erfolgen nach Stifft in der Regel durch Kalkaphanit, nach Sandberger bisweilen durch Grünsteinbreccien.

Der Schalstein schliesst sich nämlich zunächst an den Kalkaphanit an, welcher bald eine mehr schiefrige, bald eine mehr dichte oder erdige Grundmasse hat, und noch zahlreiche Kalkspathkörner umschliesst, bis mit der allmälig verschwindenden schiefrigen Structur und Schichtung auch die Kalkspathkörner zurücktreten, statt ihrer Feldspath und Pyroxen, und mit diesen zugleich die massigen Formen und Absonderungen des Grünsteins eintreten, welcher dann gewöhnlich zunächst als Aphanitporphyr ausgebildet ist. Deshalb glaubt sich auch Stifft zu dem Schlusse berechtigt, dass der Schalstein überhaupt als eine Dependenz des Diabases betrachtet werden muss, zumal da sein Dasein von der Existenz des letzteren schlechterdings als abhängig zu betrachten ist. Geogn. Beschr. des Herz. Nassau, S. 469. Dagegen erwähnt Sandberger, dass in der Gegend von Weilburg ein allmäliger Uebergang des Diabases in den Schalstein durch verschiedene noch ganz aus Diabasfragmenten gebildete, aber schon Versteinerungen enthaltende Conglomerate beobachtet werden kann. Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, S. 32.

Zu solchen Mittelgesteinen zwischen Schalstein und Diabas, oder Grünsteintuff und Diabasschiefer dürften auch die von G. Rose als grüne Schiefer aufgeführten Uralischen Gesteine zu rechnen sein.

Mit diesem Namen bezeichnet er nämlich Gesteine von mehr oder weniger deutlichem schiefrigen Gefüge, und von trüben grünlichgrauen Farben, welche letztere lichter und dunkler durch einander vorkommen, wobei die ungleich gefärbten Partieen bisweilen scharf contrastiren, und das Ganze ein conglomeratähnliches Ansehen erhält; auch kommen Stücke von körnigem Kalkstein eingemengt vor. Uebrigens ist das Gestein matt, oder nur durch kleine Glimmerschuppen glänzend, mehr oder weniger hart, doch immer ritzbar mit dem Messer, und erinnert bald an Chloritschiefer oder Serpentin, bald an Talk- oder Thonschiefer. Häufig enthält es Uralitkrystalle, die bisweilen so wenig scharf begränzt sind, dass sie nur wie dunkle Flecke auf lichtem Grunde erscheinen. Diese grünen Schiefer kommen am Ural sehr häufig vor; so bei Katharinenburg, Uktuss, Pyschminsk, Miask, Orsk und anderen Orten. Sie haben viel Aehnlichkeit mit den grünen Schiefern anderer Gebirge, besonders des Riesengebirges, in welchen G. Rose bei Kupferberg gleichfalls Uralit

beobachtete. Reise nach dem Ural, II, S. 544. — Eben so scheint das von Glocker bei Bärn, zwischen Troppau und Sternberg in Mähren, beobachtete Mittelgestein zwischen Thonschiefer und Mandelstein eine schalsteinartige Bildung zu sein, zu deren Erklärung es wohl nicht erst nöthig ist, Metamorphosen des Thonschiefers in Anspruch zu nehmen. *Bull. de la soc. géol. VIII, p.* 262. — Auch die vielfach besprochenen sogenannten Spilite von Villard d'Arène in den französischen Alpen möchten, nach den Beschreibungen von Scipion Gras, dem Schalsteine am nächsten stehen, mit welchem sie auch darin übereinstimmen, dass sie fast immer mit Kalkstein vergesellschaftet sind, weshalb sie Gras für metamorphosirten Kalkstein erklärt, von welchem gegenwärtig nur die Mandeln den unveränderten Rückstand darstellen sollen. *Bull. de la soc. géol. XIII, p.* 93.

Die merkwürdigen Grünsteinbreccien, welche im Sächsischen Voigtlande, in den Reussischen Fürstenthümern und in den angränzenden Theilen von Oberfranken so häufig auftreten, bestehen meistentheils aus einem dunkelgrünen dickschiefrigen Gesteine, in welchem scharfkantige und abgerundete Brocken und Blöcke verschiedener Grünsteine, besonders häufig aber eines, in seiner Grundmasse grünlichgrauen, blaulichgrauen bis fast lavendelblauen Augitporphyrs mehr oder weniger reichlich eingeknätet sind.

Sie zeigen fast immer eine ziemlich deutliche Schichtung, enthalten nur äusserst selten organische Ueberreste oder Fragmente derselben, und gränzen bisweilen auf eine solche Weise an Grauwackenschiefer oder Thonschiefer, dass man die beiderlei Gesteine nur als die verschiedentlich ausgebildeten Theile eines und desselben Schichtensystemes betrachten möchte. Sie gewinnen zumal in dem Striche von Elsterberg über Plauen nach Hof, so wie von dort nach Nordhalben eine grosse Verbreitung und Mächtigkeit, und bilden ein eben so wichtiges als räthselhaftes Glied des dortigen Uebergangsgebirges.

Auch die Kalkdiabase, ja sogar die körnigen Diabase, die Diabasporphyre und die mit ihnen verbundenen Gesteine lassen bisweilen eine sehr innige Verknüpfung mit Grauwackenschiefer oder mit schwarzem feinerdigen Thonschiefer erkennen.

Bei Berneck, am Fusse des Fichtelgebirges, wo der feinkörnige Grünstein in grosser Mächtigkeit auftritt, sieht man mehrfach Schichten und förmliche kleine Schichtenzonen eines solchen Schiefers mitten im Grünsteine unter so regelmässigen Verhältnissen eingeschaltet, dass man sie wohl kaum für grosse Fragmente eines vom Grünstein durchbrochenen Schichtensystems, sondern für wirkliche Einlagerungen halten muss. Der Grünstein selbst zeigt nicht selten eine rohe Anlage zur Schichtung oder auch zur prismatischen Absonderung; findet diess in der Nähe solcher eingelagerter Thonschiefermassen Statt, so sind seine Schichten den Schieferschichten vollkommen parallel, während seine Prismen rechtwinkelig auf ihnen stehen. Es dürfte diese Erscheinung wohl nur daraus zu erklären sein, dass wiederholte Ergiessungen von

Grünsteinmaterial Statt fanden, zwischen welchen Pausen eintraten, in denen Thonschieferschlamm abgesetzt wurde.

Obgleich die so häufigen Kalkdiabase und Kalkaphanite von Vielen als mandelsteinähnliche Bildungen betrachtet werden, so scheint es doch, dass wahre amygdaloidische Gesteine im Gebiete der Diabasformation zu den seltenen Erscheinungen gehören.

Die Augitporphyre des Ural entwickeln nach G. Rose bisweilen Blasenräume, welche mit Kalkspath oder Chalcedon erfüllt sind (Reise nach dem Ural, II, 578), und die Grünsteine des Connecticut-Thales lassen mitunter eine sehr ausgezeichnete amygdaloidische Ausbildung wahrnehmen; gewöhnlich haben diese Varietäten eine feinerdige, aphanitische Grundmasse, in welcher meist Kalkspathmandeln, zuweilen auch Mandeln von blättrigem Chlorit oder Grünerde enthalten sind; der körnige Grünstein von Deerfield, welcher säulenförmig abgesondert ist, enthält aber langgestreckte, den Axen der Säulen parallele, bisweilen 1 bis 2 F. lange Blasenräume, die mit Kalkspath, Quarz, Chalcedon, Chabasit u. a. Mineralien erfüllt sind. (*Hitchcock*, *Rep. on the Geol. of Mass. p.* 412.)

Noch haben wir der Variolite zu gedenken, welche zwar immer nur sehr untergeordnet auftreten, dennoch aber eine recht ausgezeichnete Varietät der aphanitischen Grünsteine bilden. Sie bestehen aus einer sehr feinkörnigen bis dichten, dunkelgrünen Grundmasse, in welcher kugelige Concretionen von der Grösse eines Hirsekornes bis zu der einer Haselnuss eingewachsen sind. Diese, an ihrem Rande gewöhnlich lichter gefärbten Concretionen bestehen bisweilen aus dichtem Pistazit, häufiger aus einer radial-fasrigen, z. Th. auch concentrisch-schaligen Masse, welche im Allgemeinen eine ähnliche Zusammensetzung haben dürfte, wie die sie umgebende Gesteinsmasse, aber der Zersetzung länger Widerstand leistet, daher die Concretionen auf der verwitterten Oberfläche des Gesteins wie rundliche Pocken hervorstehen.

Dergleichen Varietäten erscheinen hier und da mitten in den feinkörnigen Diabasen, wie z. B. bei Berneck am Fusse des Fichtelgebirges und im Gebiete der Voigtländischen Grünsteine; sie erinnern an die Perlite und Obsidiane mit Sphärolithkugeln, welche letztere offenbar ganz analoge Bildungen sind, wie die sogenannten Krystalliten in langsam erstarrten Glasmassen.

Der Gesteins-Habitus der Grünsteine ist übrigens ausserordentlich schwankend, so dass bisweilen in einer und derselben Ablagerung die verschiedensten Varietäten von Aphaniten, mit Kalkspathkörnern und ohne dieselben, von grob- und feinkörnigen Diabasen, z. Th. auch von porphyrartigen Gesteinen neben und durch einander vorkommen.

Von regelmässigen Gesteinsformen sind besonders die säulenartigen oder prismatischen und die kugeligen zu erwähnen. Eine prismatische Absonderung ist bei manchen Diabasen, Diabasporphyren und

Aphaniten recht schön und regelmässig ausgebildet; auch zeigen diese Säulen nicht selten eine Neigung zu sphäroidischer Absonderung und Exfoliation, so dass sie im verwitterten Zustande wie aus lauter concentrisch-schaligen Kugeln zusammengesetzt erscheinen. Ueberhaupt dürfte die sphäroidische Structur eine noch häufiger vorkommende Erscheinung sein, indem solche nicht nur bei den massigen, sondern auch sogar bei manchen geschichteten Grünsteinen angetroffen wird, bei welchen dann die Sphäroide meist eine sehr langgestreckte und zugleich abgeplattete Form besitzen.

Nach Goldfuss und Bischof finden sich dergleichen Kugelgrünsteine vielorts in Oberfranken. Ihre Masse ist meist ein feinkörniger Grünstein, welcher in Kugeln von $^1/_2$ Zoll bis zu 8 Fuss Durchmesser abgesondert ist, welche sich durch die Verwitterung in dünne (meist nur 2 bis 3 Linien dicke), concentrische, auf den Ablosungsflächen braun gefärbte Schalen auflösen, in der Mitte aber einen sehr festen Kern umschliessen. Diese Kugeln sind durch Grünsteinmasse verbunden, und bilden auf diese Weise mehr oder minder mächtige Gesteinsablagerungen, wie sie z. B. bei Steben, Lichtenberg, Geroldsgrün, Gottmannsgrün, Selbitz, Hof und anderen Orten vorkommen; eines der ausgezeichnetsten Lager findet sich bei der Mühle von Weidesgrün. Physikalisch-statistische Beschr. des Fichtelgebirges, I, S. 171 f. Dieses Vorkommen von Weidesgrün hat auch später die Aufmerksamkeit Hoffmanns auf sich gezogen; es ist ein dichter Grünstein, welcher bei der dortigen Mühle in 40 F. hohen Felswänden ansteht, und in langgestreckte Sphäroide von 6 bis 8 Fuss grösstem Durchmesser abgesondert ist, die dicht über einander gepackt liegen, so dass ihre Längs-Axen alle parallel sind. Von den Kugeln des körnigen Grünsteins bei Steben aber sagt derselbe Beobachter, dass sie unter dem Hammerschlage in zahllose, linienstarke, concentrische Schalen zerfallen, welche einen nussgrossen Kern, den ursprünglichen Mittelpunkt der Anziehung in der einst zähflüssigen, erstarrenden Masse umschliessen. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. vom NW. Deutschland, S. 429. — Gerade so fand auch G. Rose den Augitporphyr bei Bogoslowsk im Ural zu Kugeln von 5 bis 6 Fuss Durchmesser abgesondert, welche aus dünnen, concentrischen Schalen bestehen, im Innern aber radial zerklüftet sind. Reise nach dem Ural, I, S. 426.

Prismatische Absonderung kommt unter andern an einer Diabaskuppe bei der Schönfelser Schäferei in Sachsen, bei Gräveneck in Nassau*), bei Niederbiel unweit Wetzlar, so wie in der Gegend von Berneck vor. G. Rose beobachtete sie am Augitporphyr von Bogoslowsk; in ganz besonderer Schönheit findet sie sich an den Grünsteinen des Connecticut-Thales in Nord-

*) Hausmann bemerkte in den Gött. gel. Anzeigen, 1849, S. 1754, dass die von Stifft und Sandberger unter dem Namen Diorit aufgeführten Gesteine durchaus Diabas sind, und grösstentheils mit den Diabasen des Harzes übereinstimmen. Auch hat neuerdings Sandberger den Namen Diabas für diese Gesteine adoptirt. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 150.

amerika. Die meisten dortigen Grünsteine zeigen nach Hitchcock eine Tendenz zur säulenförmigen Structur; höchst regelmässig sind die Säulen im östlichen Theile des Deerfield-Berges, 2 bis 3 Fuss dick, vier- bis sechsseitig, bisweilen deutlich gegliedert, die Glieder 1 bis 4 F. lang, oben convex, unten concav. Die Grünsteinsäulen am südlichen Ende des Berges Holyoke zeigen eine ganz merkwürdige Exfoliation in lauter halbkugelige oder paraboloidische Schalen; gewöhnlich aber zertheilen sich die Säulen longitudinal in unregelmässige, 1 bis 6 Zoll dicke Stücke, wie solches alle die unzähligen, an der Westseite des Mount Tom aufgehäuften Trümmer zeigen, wo diese Stücke mitunter selbst sehr regelmässige Säulen darstellen. *Rep. on the Geol. of Mass. p.* 406.

Was die Bergformen der Grünsteine betrifft, so ragen solche gewöhnlich über ihre Umgebungen mehr oder weniger auffallend hervor, indem sie entweder isolirte Kuppen, oder langgestreckte Kämme und Kuppenzüge, oder auch förmliche Berggruppen bilden. Alle diese Erhebungen sind nicht selten mit ziemlich spitzen Gipfeln gekrönt, weshalb denn in solchen Gegenden, wo viele Grünsteinmassen in weicheren Gesteinen, wie z. B. in Grauwackenschiefer oder Thonschiefer, eingelagert sind, die Landschaft ein eigenthümliches spitzhügeliges Ansehen erhält, wie solches in mehren Theilen des Voigtlandes und Oberfrankens der Fall ist. Die Thäler erleiden da, wo sie durch grössere Grünstein-Ablagerungen laufen, mehr oder weniger bedeutende Contractionen mit steilen, felsigen Gehängen, während sie kleinere Grünsteinmassen in der Form von Thalvorsprüngen oder Thalspornen hervortreten lassen.

§. 337. *Häufige Begleiter der Diabasgesteine.*

Die pyroxenischen Grünsteine und die zu ihnen gehörigen klastischen oder sedimentären Gesteine sind sehr häufig mit gewissen anderen Gesteinen oder Mineral-Aggregaten vergesellschaftet, deren Vorkommen solchenfalls in einem bestimmten Causalzusammenhange mit der Existenz der Grünsteine selbst zu stehen scheint. Als die wichtigsten dieser Begleiter dürften Kieselschiefer, Kalkstein, Rotheisenerz, Brauneisenerz und Magneteisenerz zu betrachten sein.

Kieselschiefer. Es ist eine in manchen Gegenden recht auffallende Erscheinung, dass die im alten Thonschiefer und in den Uebergangsformationen auftretenden Grünsteine in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft Ablagerungen von Kieselschiefer zeigen, weshalb sich dieses Zusammenvorkommen, wenn auch nicht als eine allgemeine, so doch als eine recht häufige Association dieser beiden so verschiedenartigen Geseine bezeichnen lässt.

Schon Macculloch erklärte, dass, wo er nur in Schottland Kieselschiefer oder Lydit gesehen habe, derselbe in der Nähe von Trapp (oder von Granit) vorkomme, und er zog daraus den Schluss, dass der Kieselschiefer ein Umwandlungsproduct des Thonschiefers sei. *Descr. of the Western Islands, I,* 359. Wenn nun auch diese Behauptung nicht gerade in solcher Allgemeinheit gelten dürfte, weil sich viele und bedeutende Kieselschiefer-Ablagerungen gänzlich unabhängig von Grünsteinbildungen erweisen, so ist ihr doch eine theilweise Richtigkeit gar nicht abzusprechen. In Sachsen, am Harze, in den Reussischen Fürstenthümern und in Oberfranken findet sie wenigstens ihre vielfache Bestätigung.

Wir begegnen z. B. dieser Association von Grünstein und Kieselschiefer im Zellaer Walde, zwischen Freiberg und Nossen, an mehren Punkten südöstlich und südwestlich von Plauen, ganz vorzüglich aber bei Pausa, Mühltruff und Tanna, sowie in dem angränzenden Landstriche, von Lobenstein über Saalburg, Schleitz und Zeulenroda bis nahe vor Weyda; desgleichen bei Selbitz und Enchenreuth in Oberfranken; Geognost. Charte von Sachsen, Section XIX und XX.

Hausmann hebt es hervor, dass der Kieselschiefer am Harze zwar nicht blos als Begleiter der pyroxenischen Grünsteine, sondern auch hin und wieder in der Nähe des Granites erscheine, dass er jedoch am gewöhnlichsten die Grünsteine begleite, indem er bald in unmittelbarer Berührung mit ihnen, bald in einiger Entfernung von ihnen auftritt. Wo er die lagerartigen Massen des Grünsteins begleitet, da erscheint er häufiger im Hangenden als im Liegenden derselben, und wenn er entfernt von Grünsteinen vorkommt, so folgt er doch gewöhnlich den Richtungen ihrer Züge. Hausmann knüpft an diese sehr lehrreichen Darstellungen eine Hypothese über die Bildung des Kieselschiefers, welche bereits oben (S. 299) erwähnt worden ist. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 75 und 81 f.*)

Kalkstein. Wie schon so viele Gesteine der Diabasfamilie eine, wenn auch nicht sichtbare, so doch leicht nachweisbare Imprägnation mit kohlensaurem Kalke, andere Gesteine aber eine auf den ersten Blick erkennbare und oft sehr reichhaltige Beimengung von Kalkspath zeigen, so treten auch Grünstein und Kalkstein gar häufig mit einander in grösseren Massen verbunden auf, indem sie unmittelbar über oder neben einander liegen, oder indem Kalksteine von Grünsteingebilden umschlossen werden, wobei sie oftmals eine so innige Verknüpfung erkennen lassen, dass eine gesetzmässige Association dieser beiden Gesteine in vielen Fällen anzunehmen sein dürfte.

Bei der Schilderung der Urschieferformation wurde schon bemerkt, wie die dem Thonschiefer eingelagerten Kalksteine gar nicht selten Grünstein zu

*) In demselben Werke wird auch von Hausmann wiederholt darauf hingewiesen, dass am Harze die eigentlichen Dachschiefer besonders in solchen Gegenden vorkommen, wo der Diabas in häufiger Wiederholung auftritt. A. a. O. S. 68.

ihrem unmittelbaren Begleiter haben; (S. 146). Dieselbe Erscheinung wiederholt sich im Gebiete der Uebergangsformationen, deren Kalksteinlager oftmals von krystallinischen oder sedimentären Grünsteinbildungen unmittelbar bedeckt oder getragen, ja bisweilen sogar eingeschlossen werden (S. 304). Allerdings sind es wohl häufiger klastische oder sedimentäre Gesteine der Diabasformation, welche auf solche Weise mit Kalksteinen verbunden sind; man begegnet aber auch nicht selten körnigen Diabasen, Aphaniten und Diabasporphyren unter ganz ähnlichen Verhältnissen.

Dicht bei Plauen in Sachsen sind mehre, z. Th. fossilreiche Kalksteinlager den dortigen Grünsteinbreccien und Tuffen eingeschaltet; dasselbe ist der Fall mit zwei kleinen Kalksteinlagern zwischen Pöhl und Helmsgrün, mit den Kalksteinlagern von Hartmannsreut und Haidt unweit Hof in Oberfranken, und mit mehren z. Th. recht bedeutenden Kalksteinstöcken, welche nördlich von Schleitz, zwischen Löhma und Stelzendorf, innerhalb der Grünsteinbreccie auftreten. Sehr viele andere Kalksteinmassen liegen unmittelbar an der Gränze von Diabas-Ablagerungen, wie fast alle diejenigen Lager und Stöcke, welche sich von Schleitz nach Südwesten über Saalburg bis gegen Lobenstein vorfinden, so wie viele Kalksteinlager in Oberfranken.

Ganz vorzüglich sind es die Schalsteine, welche eine solche Association mit Kalkstein beurkunden. Schon Stifft hebt es hervor, dass der Kalkstein ein sehr constanter Begleiter des Schalsteins sei; dieser Kalkstein ist meist grau, aber oft marmorirt durch gelbe, braune und grüne Farben, sehr selten weiss, oder roth und schwarz. Eben so findet sich auch grauer Dolomit, welcher mehr oder weniger reich an Pyrolusit und andern Manganerzen ist. Geogn. Beschr. des Herz. Nassau, S. 473. Auch Sandberger bestätigt es, dass Kalkstein und Dolomit in der nächsten Beziehung zu dem Nassauer Schalsteine stehen; dass aber in Westphalen gleichfalls Kalksteine nicht selten unmittelbar neben Grünsteinporphyren und Schalsteinen liegen, diess geht aus den lehrreichen Berichten hervor, welche v. Dechen über die Gegend von Brilon mitgetheilt hat. Irgend eine bemerkenswerthe Veränderung des Kalksteins ist in der Regel niemals zu beobachten, selbst da nicht, wo er unmittelbar an krystallinische Grünsteine angränzt.

Rotheisenerz. Wo Grünsteine, besonders aber wo Kalkaphanite und Schalsteine an Kalkstein gränzen, da ist häufig Rotheisenerz zur Ausbildung gelangt, welches sich gewöhnlich mit dem Kalksteine so innig verbunden und verflösst zeigt, dass es den Anschein gewinnt, als ob dieses Erz erst später aus einer Solution abgesetzt worden sei, durch welche ein Theil des kohlensauren Kalkes entfernt wurde. Bisweilen besteht ein und dasselbe Lager hier aus Rotheisenerz und dort aus Kalkstein, so dass ein gewisser Causalzusammenhang zwischen dem Dasein des Eisenerzes und des Kalksteins eben so wenig abzuläugnen ist, als zwischen dem Dasein des Erzes und der Grünsteine. Auch zeigen diese Rotheisenerzbildungen im Allgemeinen den Charakter von lagerartigen Gebirgsgliedern.

Wir entlehnen aus v. Dechens reichhaltiger Abhandlung die folgende Schilderung der Rotheisenerzlager Westphalens.

Zwischen Brilon und Giershagen in Westphalen liegen sehr wichtige Rotheisenerzgruben, welche sich auf eine Erstreckung von 3 Meilen verfolgen lassen. Die meisten der von ihnen bebauten Lagerstätten sind im Allgemeinen den Gebirgsschichten conform, und können deshalb wohl als Lager bezeichnet werden. Diese Rotheisenerzlager stehen aber in einer offenbaren und sehr nahen Beziehung zu Grünsteinporphyren, indem sie nur da vorkommen, wo diese Porphyre vorhanden sind, vorzugsweise an ihrer Begränzung, auf der Gesteinsscheidung zwischen denselben und den Schiefern oder Kalksteinen. Ausserdem finden sich aber mit beiden vereint eigenthümliche Mandelsteine und Schalsteine, welche, eben so wie die Eisenerzlager, in einer gewissen Abhängigkeit von den Grünsteinporphyren stehen, da sie nirgends anders als in der Nähe derselben vorkommen. — Das Rotheisenerz dieser Lager ist gewöhnlich dicht, und geht einerseits in Glanzeisenerz, anderseits in eisenschüssigen Kalkstein über; doch gehören der Eisenglanz und Eisenglimmer schon zu den seltenen Vorkommnissen. Das mit Kalkstein verbundene Rotheisenerz wird häufig von Kalkspath- und Braunspathtrümern durchzogen; bisweilen ist es auch mit Quarz, Eisenkiesel und Hornstein verbunden; hier und da enthält es kleine Partieen von Anthracit. Kalkstein, rothgefärbt und auf den Klüften mit rothem Letten oder Eisenrahm überzogen, tritt sehr häufig in diesen Lagern auf, bildet einen Theil ihrer Masse, und vertritt dann gewöhnlich das Eisenerz, welches sich verschmälert oder ganz auskeilt. Dieser Kalkstein, welchen der Bergmann noch zu den Eisenerzlagern rechnet und daher Lagerkalk nennt, geht aber vollständig in denjenigen Kalkstein über, welcher so häufig die Erzlager begleitet; er enthält oft organische Ueberreste, welche auch im kalkhaltigen Eisenerz vorkommen und nicht selten aus dichtem Rotheisenerz bestehen. — Die Lager sind theils durch Lettenbestege oder Ablosungsflächen sowohl vom Schalstein, Kalkdiabas und Diabasporphyr, als auch vom Schiefer und Kalkstein getrennt, theils aber auch mit diesen Nebengesteinen so innig verwachsen, dass eine Gränze nur schwer zu bestimmen ist, und die Porphyre oder Schalsteine einen Theil der Lager zu bilden scheinen. Ihre Mächtigkeit beträgt gewöhnlich einige Fuss, und die Länge der Eisenerzmittel ist sehr verschieden, wie denn überhaupt die Beschaffenheit der Lager bald innerhalb sehr kurzer Entfernungen wechselt, bald auf Längen von 50, 100 und mehren Lachtern wesentlich dieselbe bleibt. Im Allgemeinen aber kommen diese Eisenerzlager Westphalens auf der Gränze zwischen dem Schalstein, Kalkdiabas oder Diabasporphyr, und dem Thonschiefer oder Kalkstein vor. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. XIX.

Dass auch im Herzogthume Nassau ganz ähnliche Erscheinungen vorkommen, diess ergiebt sich aus der ausführlichen Beschreibung von Stifft, und aus der Uebersicht von Sandberger. Selten, sagt der Letztere, erscheinen Schalsteine ohne grössere oder kleinere Lager von Rotheisenerz, welche aus einem mit Kalkspath oder mit Quarz gemengten, oft auch aus reinem, dichten Rotheisenerz bestehen, in welchem zuweilen der Quarz, zuweilen der Kalkstein vorwaltend entwickelt ist. Der kalkreiche Eisenstein bildet oft sehr mächtige Lager, wie bei Aumenau, Weilburg und Dillenburg, in welcher letzteren Gegend auch zuweilen Anthracit vorkommt, während ausserdem der Aphrosiderit als ein ziemlich häufiger Begleiter des Eisenerzes auftritt. Bei Aumenau

und Weilburg enthalten die Eisenerzlager dieselben Fossilien, wie der sie umschliessende Schalstein oder Kalkstein, wogegen die anthracitführenden, und in ihrer Fortsetzung zu dichtem, eisenschüssigen Kalkstein werdenden Lager von Eibach und Oberscheld bei Dillenburg, zum Theil eigenthümliche Formen beherbergen. Wenn auch manche Gründe für eine Bildung dieser Erzlager durch Ausscheidung aus dem Nebengesteine zu sprechen scheinen, so widersprechen dem doch einzelne Thatsachen, wie z. B. das schon von Stifft erwähnte Vorkommen scharfkantiger Stücke von Rotheisenerz im Schalsteine und umgekehrt.

Auch am Harze wiederholen sich dieselben räthselhaften Beziehungen zwischen Rotheisenerz und pyroxenischen Grünsteinen. Im Diabas wie im Kalkaphanit, sagt Hausmann, erscheint das Eisenoxyd auf manchfaltige Weise. Bald färbt es nur die Kalkspathkörner, bald durchdringt es diese Gesteine gänzlich, bald verzweigt es sich zwischen den kugelig oder unregelmässig abgesonderten Massen derselben, bald findet es sich darin lager-, gang- oder nesterweise concentrirt. Es wird dann nicht selten von Kalkspathadern durchtrümert, oder es steht in einer innigen Verbindung mit Kieselsäure, mit welcher es oft einen Kieseleisenstein, seltener einen Eisenkiesel darstellt. Ganz besonders erscheint das Eisenoxyd da angehäuft, wo Diabas und Kalkaphanit mit den geschichteten Gesteinen in Berührung sind, und der an die Grünsteine gränzende Kalkstein ist an manchen Stellen so von Eisenoxyd imprägnirt, dass ein reicher Kalkeisenstein entsteht, wie er in den weit erstreckten und mächtigen stockförmigen Massen der Gegenden von Elbingerode, Hüttenrode und Rübeland sich findet. Durch diese Eisenerzlager werden der Diabas und Kalkaphanit zu sehr wichtigen Gebirgsarten für den Harz; besonders zeichnen sich aus der lange, von Osterode bis in den Harzburger Forst sich erstreckende Grünsteinzug; die mächtigen Massen in der Gegend von Zorge und Tilkerode, sowie die manchfaltigen, mit dem Kalksteine von Elbingerode, Rübeland und Hüttenrode in Berührung kommenden Grünsteinzüge*). Auf allen diesen Lagerstätten ist das Eisenoxyd, vorzüglich als dichtes Rotheisenerz, selten als Glanzeisenerz, das herrschende metallische Mineral. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 73 f.

Brauneisenerz ist gleichfalls ein nicht seltener Begleiter der Grünsteine, zumal an der Gränze derselben gegen Kalksteinlager, und dürfte vielleicht zum Theil als ein Zersetzungsproduct des Grünsteins zu betrachten sein.

Bei Wiemeringshausen im Ruhrthale (Westphalen) wird nach v. Dechen ein Diabas- oder Hyperitlager von einer Brauneisenerz-Lagerstätte fast

*) Obgleich diese Eisenerzablagerungen an der Gränze der zuletzt genannten Kalksteinmasse mit derselben in innigem Zusammenhange stehen, so gehören sie ihr doch nicht eigenthümlich, sondern sind ihr durch die Grünsteine zugeführt worden. Der Kalkaphanit ist dort der vorzügliche Begleiter des Eisenerzes, welches eben so innig mit seiner Masse verbunden ist, als es sich auf der andern Seite mit dem Kalkstein vereinigt zeigt. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 57.

ununterbrochen begleitet; dasselbe scheint mit einem Diabaslager bei Niedersfeld der Fall zu sein. Einige der westlich vom Briloner Eisenberge aufsetzenden Diabasporphyre, wie z. B. die von Löttmaringshausen, Mülsborn und Oberberge führen gleichfalls Brauneisenerz auf ihrer Gränze. Auch im Nassauer Schalsteine findet sich dasselbe Erz an mehren Orten, wie z. B. bei Dehren und Aumenau. Mehre Beispiele vom Vorkommen des Brauneisenerzes zwischen Grünstein und Kalkstein aus Sachsen sind bereits oben S. 146 angeführt worden, und es mag daher nur noch daran erinnert werden, dass auch die Grünsteine des Voigtlandes und Oberfrankens sehr häufig von Brauneisenerz begleitet werden. Ja Hoffmann gedenkt eines Vorkommens südwestlich vom Döbraberge, als eines überzeugenden Beweises, wie wenig die Grünstein- und die Eisenerzmasse von einander getrennt werden können. Dort wurde nämlich auf der Grube Neuer Glockenklang ein Kugelgrünstein als Eisenerz gewonnen, dessen concentrisch schalige Kugeln aus abwechselnden Schalen von Grünstein und thonigem Brauneiserz bestehen; auch bestätigte derselbe Beobachter das schon von Goldfuss und Bischof angeführte Vorkommen des säulenförmig abgesonderten Thoneisensteins vom Langenbühl bei Steinbach unweit Steben, an welchem nicht selten eine und dieselbe Säule am einen Ende aus Eisenstein, am andern Ende aus Grünstein besteht. Uebers. der orogr. u. geogn. Verh. vom NW. Deutschland. S. 435 f.

Zu den seltneren Erscheinungen gehört das Vorkommen von Magneteisenerz als Begleiter der Grünsteine. Die Augitporphyre des Ural sind interessant wegen ihres Zusammenvorkommens mit Magneteisenerz, indem nach G. Rose alle die grossen Magnetberge, wie der Blagodat bei Kuschwinsk, die Wissokaja-Gora bei Nischne-Tagilsk und der Katschkanar bei Nischne-Turinsk von Augitporphyr umgeben werden. Auch der berühmte Taberg in Schweden, dessen oben S. 102 gedacht worden ist, gehört vielleicht hierher. Sandberger erwähnt auch ein Magneteisenerzlager im Schalsteine bei Odersbach in Nassau.

Nach Zerrenner besteht der Katschkanar aus einem in steilen Massen aufragenden Pyroxengestein, welches zunächst von Serpentin umgeben, und von zahllosen Magneteisenerztrümern nach allen Richtungen durchzogen wird, dabei aber auch so viele Körner desselben Erzes eingesprengt hält, dass an der gleichzeitigen Bildung des Gesteines und des Erzes gar nicht gezweifelt werden kann. Der Serpentin enthält nur im Contacte des Pyroxengesteins einige Körnchen Magneteisenerz, ist aber ausserdem vollkommen erzleer. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. I, 478 f. Ueber die Wissokaja-Gora und den Blagodat gab G. Rose in der Reise nach dem Ural, I, S. 310 u. S. 341, so wie Murchison in *Geology of Russia*, *p.* 371 und 379 ausführliche Beschreibung. Auch Helmersen veröffentlichte im Jahre 1837 eine specielle Beschreibung des Blagodat, und stellte dabei die Ansicht auf, dass diese Magneteisenerzmassen eruptive Bildungen sind; eine Ansicht, welche auch von Le-Play geltend gemacht wird, indem er besonders darauf hinweist, dass die Erzmassen in die Grünsteine übergehen, und so innig mit ihnen verwebt sind, dass beide nur als gleichzeitige eruptive Gebilde gedeutet werden können.

Dass endlich die Diabase und Augitporphyre bisweilen auch mit Serpentin in einer sehr nahen Beziehung stehen, dass sie stellenweise eine ganz serpentinähnliche Beschaffenheit annehmen, und dass es daher fast den Anschein gewinnt, als ob manche Serpentine aus einer Umwandlung von Grünsteinen hervorgegangen seien, diess mag hier nur vorläufig erwähnt werden, indem wir im nächsten Abschnitte nochmals darauf zurückkommen; (vergl. §. 342 und 343).

§. 338. *Geotektonische Verhältnisse der pyroxenischen Grünsteine.*

Von den pyroxenischen Grünsteinen gilt im Allgemeinen dasselbe, was von den amphibolischen Grünsteinen bemerkt wurde, dass sie nicht in sehr weit ausgedehnten, sondern mehr in beschränkteren Ablagerungen aufzutreten pflegen, welche jedoch in einer und derselben Gegend oft recht zahlreich versammelt sind. Indessen scheinen doch die pyroxenischen Grünsteine, wie in der Häufigkeit ihres Vorkommens, so auch in der Grösse ihrer Ablagerungen die amphibolischen Grünsteine zu übertreffen, weshalb sie denn in manchen Gegenden recht ansehnliche Niederlagen bilden.

Die Diabase und alle zu ihnen gehörigen krystallinischen Gesteine sind zwar als eruptive Gesteine zu betrachten, zeigen aber doch gar nicht selten solche Lagerungsformen, welche ihre Gebirgsglieder als regelmässig eingeschichtete, und zu sedimentären Schichtensystemen wesentlich gehörige Bildungen erscheinen lassen. Die Grünsteine treten nämlich recht oft, und vielleicht öfter, als andere eruptive Gesteine, in der Form von Lagern, Lagerstöcken und einzelnen Schichten auf.

Wenn diess mit den klastischen Gesteinen der Diabasfamilie, mit den Grünsteinbreccien und Grünsteintuffen der Fall ist, so liegt darin nichts Auffallendes, weil ja ihr Material, dasselbe mag nun eruptiver oder alluvialer Gesteinsschutt sein, eben so wie das Material anderer klastischer Gesteine, vom Wasser bearbeitet und in Schichten ausgebreitet worden sein kann. Wenn wir aber krystallinische Grünsteine in regelmässigen Schichten oder Lagern auftreten sehen, so lässt sich eine solche Lagerungsform, nach dem dermaligen Stande unsrer Kenntnisse, nur auf zweierlei Weise begreifen. In einigen Fällen wird nämlich die Erklärung zulässig sein, dass, während der Bildungsperiode des betreffenden Schichtensystems, auf dem Grunde desselben Meeres Grünstein-Eruptionen Statt fanden, deren Material aus Spalten der Erdkruste hervorgepresst und in horizontale, schichtenähnliche

Decken ausgebreitet wurde, worauf dann später die durch solche Ereignisse unterbrochene sedimentäre Operation der Natur wieder in Gang kam, und andere Sedimentschichten über der Grünsteindecke zum Absatze gelangten. Dergleichen Grünsteinlager würden daher als effusive Schichten (I, 498) zu deuten sein, und nach unten irgendwo mit Grünsteingängen, als ihren eigentlichen Wurzeln zusammenhängen müssen, indem die spaltenförmigen Eruptionscanäle gleichfalls mit Grünsteinmasse ausgefüllt wurden.

Die regelmässigen Trappschichten der Färöer und Islands liefern uns den Beweis, dass solche Vorgänge auch bei der Bildung weit jüngerer eruptiver Gesteine Statt gefunden haben, und berechtigen uns daher zur Annahme dieser Erklärung in vielen Fällen, da wir ältere eruptive Gesteine gleichfalls in regelmässigen Lagern zwischen sedimentären Schichten eingeschaltet finden. Die in neuerer Zeit so beliebte und auch auf diese Fälle angewendete Theorie des Metamorphismus liefert uns wenigstens keine einfachere, und keine solche Erklärung, welche durch Analogieen aus dem Gebiete der neueren eruptiven Gesteine unterstützt würde; ganz abgesehen von der Schwierigkeit, welche sich jedem Versuche entgegenstellt, aus Thonschiefer und Grauwackenschiefer einen krystallinischen Grünstein zu construiren.

In anderen Fällen wird das Vorkommen solcher lagerähnlicher Grünsteinmassen auf die Weise zu erklären sein, dass sie wirkliche Lagergänge (I, 936) sind, welche dadurch entstanden, dass die in der Tiefe aufgesprengten Eruptionsspalten innerhalb der obersten Theile der Erdkruste die in den Schichtungsfugen vorliegenden Discontinuitäten, als die Flächen des kleinsten Widerstandes, benutzten, und sich in der Richtung dieser Fugen fortsetzten, wodurch denn das Schichtensystem zum Aufklaffen gelangte, und das eruptive Gesteinsmaterial auf den Schichtungswechseln eindringen und zur Ablagerung kommen konnte. — In solchen Fällen, welche zumal im Gebiete von steil aufgerichteten Schichtensystemen vorzukommen pflegen, wird es sehr häufig geschehen sein, dass sich das eruptive Gesteinsmaterial auch auf der ehemaligen Oberfläche des Schichtensystems ausgebreitet oder aufgestaut hat, wodurch dann zugleich Decken oder Kuppen von Grünstein gebildet wurden, welche nach unten mit den Lagern zusammenhängen. Doch konnten dergleichen lagerähnliche Bildungen auch in wenig geneigten oder horizontalen Schichtensystemen zur Ausbildung gelangen, indem solche durch die mit den Eruptionen verbundenen abyssodynamischen Erschütterungen in einzelnen Schichtenfugen aus einander gerissen und gelüftet wurden, worauf denn das, aus den steilen Eruptionscanälen heraufdringende Material den erforderlichen Raum zu einer seitlichen Ausbreitung, zu einer Injection der geöffneten Schichtenfugen vorfand.

Wir haben die hier gebotene Gelegenheit benutzt, diese zweifache Entstehungsweise von lagerähnlichen Gebirgsgliedern eruptiver Gesteine etwas ausführlicher zu besprechen, da wir dergleichen Lagern besonders häufig bei den Grünsteinen begegnen; obwohl sie auch bei anderen, theils älteren, theils jüngeren eruptiven Felsarten, wie z. B. bei den Porphyren, Melaphyren und Basalten angetroffen werden, bei denen wir daher nicht weiter auf ihre Erklärung zurückzukommen nöthig haben. Dass auch viele sogenannte Granitlager als Lagergänge zu erklären sind, diess bedarf keiner Erwähnung.

Dass nun aber dergleichen lagerähnliche Gebilde gerade bei den pyroxenischen Grünsteinen zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören, dafür liefern das Herzogthum Nassau, der Harz, das Voigtland, Oberfranken, Westphalen, Devonshire, das südliche Norwegen, und überhaupt alle diejenigen Regionen der Uebergangsformation, in welchen jene Grünsteine eine wichtige Rolle spielen, gar zahlreiche Beweise. Denn wenn auch vielleicht manche schiefrige Aphanite in die Kategorie der sehr feinen Grünsteintuffe gehören dürften, so erlauben doch die krystallinisch-körnigen und die porphyrartigen Diabasgesteine keine solche Deutung.

Nicht selten sieht man Grünsteinlager in mehrfacher Wiederholung zwischen den Schichten der Grauwacke und des Thonschiefers eingeschaltet, während zugleich Lager von Grünsteintuffen auftreten, welche bisweilen organische Ueberreste enthalten, und sich dadurch als gleichzeitige Bildungen mit denen sie einschliessenden Schiefern zu erkennen geben. In solchen Fällen werden auch gewiss viele der Grünsteinlager als die Resultate gleichzeitiger Eruptionen zu betrachten sein, weil ja die regelmässig eingeschichteten Breccien und Tuffe den Beweis liefern, dass die beiderlei Operationen, durch welche einerseits Grünsteine, und anderseits sedimentäre Gesteine geliefert wurden, wie dem Raume, so auch der Zeit nach in einander gefallen sind, oder doch wenigstens mit einander abgewechselt haben.

Diese Grünsteinlager zeigen übrigens in ihren Formen und Dimensionen grosse Verschiedenheiten; bald erscheinen sie als regelmässige Parallelmassen, bald mit abwechselnden Anschwellungen und Verschmälerungen, bald als Lenticularstöcke, deren bisweilen mehre reihenförmig hinter einander liegen, und gleichsam ein aus einzelnen Stöcken bestehendes Lager darstellen. Auch können diese effusiven Lager stellenweise abnorme Verbandverhältnisse gegen ihr Nebengestein, oder auch eine sehr innige Verflössung mit demselben zeigen, welche bisweilen durch tuffartige Zwischenbildungen vermittelt sein wird. Ihre Mächtigkeit und Ausdehnung ist in manchen Fällen nicht bedeutend, während in anderen

Fällen die erstere einige hundert, und die letztere viele tausend Fuss betragen kann. Sie endigen gewöhnlich durch Auskeilung, und zerschlagen sich dabei zuweilen in mehre Trümer.

Viele hierher gehörige Erscheinungen sind bereits oben (S. 309) zur Erwähnung gebracht worden. Im Herzogthum Nassau treten bisweilen Grünsteine in scheinbar regelmässiger Wechsellagerung mit den pelitischen und psammitischen Gesteinen der devonischen Formation auf. Stifft spricht sich über diese Verhältnisse folgendermaassen aus: Wenn uns die Natur unwidersprechlich deutliche Wechsellagerung zwischen Grünstein und Grauwacke zeigt, so darf dieselbe nicht abgeläugnet werden, wenn sie auch nicht zu den Ideen passt, welche man sonst aus überwiegenden Gründen annehmen zu müssen glaubt. Viele wichtige Gründe lassen auch mich die dioritischen Gesteine nicht zu den neptunischen Bildungen zählen, aber deshalb kann ich mich nicht bestimmt fühlen, die deutlichen Lager und die Wechsel derselben mit Grauwacke abzuläugnen. Geogn. Beschr. des Herz. Nassau, S. 502. — Auch am Harze ist das lagerartige Vorkommen der pyroxenischen Grünsteine als das gewöhnlichere zu betrachten, wie denn selbst der bedeutendste, von Osterode bis nach Neustadt, ungefähr 3½ Meilen weit fortlaufende Grünsteinzug diesen Charakter zeigt. Die schmäleren Grünsteinlager erscheinen zuweilen mehrfach hinter einander in geringem Abstande zwischen den Schichten der Uebergangsformation; so besonders ausgezeichnet in den Gegenden zwischen Goslar und Wolfshagen, in den Budegegenden zwischen Elbingerode und Treseburg, im Selkethale zwischen Mägdesprung und Falkenstein. Hausmann, Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 26. Ja, selbst am Burgberge bei Treseburg, wo Hoffmann die kuppenartige Ausbreitung eines Grünsteinganges zu sehen glaubte, ist nach Zinkens späteren Beobachtungen der Grünstein dem Thonschiefer ohne alle Störung ganz regelmässig eingelagert. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 600. — Im Voigtlande und in Oberfranken sieht man an vielen Orten die Grünsteine den Schichten der Uebergangsformation so regelmässig eingelagert, und hinwiederum Schieferschichten den grösseren Grünsteinmassen so ungestört eingeschaltet, dass an einer gleichzeitigen, oder vielmehr an einer unmittelbar auf einander folgenden, und mit einander abwechselnden Bildung der beiderlei Gesteine kaum zu zweifeln sein dürfte. Dagegen scheinen sich die unweit Freiberg, in der Gegend von Seifersdorf und Langhennersdorf vorkommenden, und von Schippan so genau dargestellten Grünsteinlager, welche nach Südwesten mit einer Grünsteinkuppe zusammenhängen, als wirkliche Lagergänge von späterer Bildung zu beurkunden. — Dass auch in Westphalen die Diabasporphyre zwischen Giershagen und Berge, und die Diabase (oder Hyperite) des oberen Ruhrthales im Allgemeinen als mächtige Lager ausgebildet sind, diess ergiebt sich aus den sorgfältigen Beschreibungen, welche v. Dechen über sie mitgetheilt hat. Und so wiederholen sich dieselben Erscheinungen in vielen anderen Ländern.

Wenn es nun nicht geläugnet werden kann, dass viele dieser lagerartigen Grünsteingebilde als effusive Lager oder Schichten (I, 498) gedeutet werden müssen, welche während der Bildungsperiode desjenigen Schichtensystems ausgebreitet wurden, innerhalb dessen sie auftreten, so

lässt sich doch eben so gewiss behaupten, dass andere Grünsteinlager als intrusive Lager, als wirkliche Lagergänge, und folglich als solche Gebirgsglieder zu betrachten sind, welche erst lange nach der Bildung und Consolidirung, ja wohl erst nach der Aufrichtung des sie umschliessenden Schichtensystems zwischen dasselbe eingeschoben oder eingetrieben worden sind.

Die bisweilen sehr unregelmässigen Formen und Begränzungen, die stellenweise sehr auffallenden abnormen Verbandverhältnisse, die mitunter eintretende plötzliche Durchschneidung der angränzenden Schichten, das Vorkommen von Fragmenten und von Beweisen mechanischer oder chemischer Einwirkung auf die zunächst angränzenden Massen des Nebengesteins, der unmittelbare Zusammenhang mit unzweifelhaft gangartigen, oder mit kuppenförmigen und deckenartigen Gebirgsgliedern; diese und andere Erscheinungen sind es, welche in vielen Fällen die eigentliche Natur solcher Lager und Stöcke verrathen, und sie als wirkliche Lagergänge oder auch als Gangstöcke erkennen lassen.

So hat Böbert die gangartige Natur vieler Grünsteingebilde des Harzes nachgewiesen, und auch später ähnliche Beobachtungen aus dem südlichen Norwegen mitgetheilt, an welche sich andere, von Keilhau beobachtete Thatsachen anschliessen. Auf der Insel Langöe, im Christianiafjorde unweit Holmestrand, wird der silurische Kalkstein von zahlreichen Grünsteingängen durchsetzt, zwischen welchen auch Grünstein lager vorkommen; eines dieser Lager wirft sich plötzlich unter einem bedeutenden Winkel in eine die Schichten durchschneidende Richtung, und setzt eine Strecke weit als ein entschiedener Gang fort, um dann abermals den Verlauf eines Lagers anzunehmen. Der Quarzitschiefer auf Aröe wird von einem Grünsteingange rechtwinkelig durchschnitten, welcher an zwei Punkten lagerartige Seitenausläufer zwischen den Schichten des Nebengesteins hinausgetrieben hat. Keilhau, *Gaea Norvegica*, I, S. 45 u. 46. — Hausmann hat in der schon öfters angeführten Schrift S. 29 mehre Diagramme mitgetheilt, durch welche das am Harze zuweilen vorkommende, bald einseitige, bald mehrseitige oder allseitige kuppenartige Uebergreifen der Grünsteinlager an ihrem Ausgehenden erläutert werden soll, und Zimmermann hat schon früher gezeigt, dass der von Zinken eingeführte Unterschied eines Kuppengrünsteins und Lagergrünsteins nur auf diese Weise zu verstehen ist, wie solches schon mehre Jahre vorher von Hoffmann angedeutet worden war. — Die vorhin erwähnten Grünsteinlager in Seifersdorf unweit Freiberg verlieren sich nach Südwesten unter einer mächtigen, bis in das Langewiesenthal fortlaufenden Grünsteinkuppe, mit welcher sie nach oben jedenfalls zusammenhängen. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft I, S. 63. Dasselbe ist der Fall mit mehren Lagergängen in der Gegend von Planitz, unweit Zwickau, welche zwischen den Schichten des Grauwackengebirges eingeschaltet sind, während die Schichtenköpfe derselben Grauwacke von mächtigen und weit ausgebreiteten Grünsteinmassen überlagert werden; a. a. O. Heft II, S. 329. Solche Verhältnisse können nun freilich bei

effusiven Grünsteinlagern nicht vorkommen, wogegen das stellenweise Anschwellen eines einzelnen Lagers zu einer kuppenartigen Protuberanz allenfalls auch noch bei derartigen Lagern zu erklären sein würde.

Unmittelbar an diese Lagergänge der Grünsteine schliessen sich, als die einer zweiten Lagerungsform entsprechenden Gebirgsglieder, die unzweifelhaften Gänge und Gangstöcke an, deren gangartige Natur durch ihre durchgreifende Lagerung auf das Bestimmteste erwiesen wird. Dergleichen Gebirgsglieder sind wohl in den meisten Grünstein-Regionen nachgewiesen worden, obgleich sie nicht gerade zu den besonders häufigen Erscheinungen gehören; auch treten sie bisweilen theils sporadisch, theils gesellig in anderen Regionen auf, wo grössere Grünstein-Ablagerungen gar nicht mehr vorhanden sind. Sie erreichen verschiedene Dimensionen, sind oft als sehr regelmässige Parallelmassen ausgebildet, zeigen bisweilen rechtwinkelig auf ihre Salbänder eine deutliche prismatische Absonderung, oder auch eine Anlage zu sphäroidischen Gesteinsformen und lassen nur selten solche Erscheinungen wahrnehmen, durch welche eine sehr auffallende Einwirkung auf ihr Nebengestein bewiesen werden könnte.

Uebrigens versteht es sich von selbst, dass auch diese Gänge, eben so wie die Lagergänge, nach oben bisweilen in kuppenförmige oder deckenartige Gebirgsglieder übergehen können, und dass in solchen Gegenden, wo successive Wiederholungen der Grünstein-Eruptionen Statt gefunden haben, auch Gänge verschiedenen Alters an ihren gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen zu erkennen sein werden.

In der Tiefe des Rimlasgrundes bei Berneck, welcher fast durchaus in Grünstein eingeschnitten ist, taucht an einer Stelle ein Kalksteinlager hervor; dasselbe wird von einem senkrechten, 3 Fuss mächtigen Grünsteingange durchschnitten, welcher mit dem über dem Kalkstein liegenden Grünsteine in unmittelbarem Zusammenhange steht; bei der Anlage des Kalkbruches ist dieser Grünsteingang stehen gelassen und nur an einer Stelle durchbrochen worden, daher er wie eine Mauer quer vor dem Eingange des Bruches aufragt. Irgend eine Veränderung des Kalksteins im Contacte ist nicht wahrzunehmen. — Hoffmann beschreibt einige Grünsteingänge, welche in ein paar Kalksteinbrüchen Oberfrankens aufgeschlossen worden sind, und die Kalksteinschichten fast rechtwinkelig durchschneiden; einen aus der Gegend von Naila, und zwei von der Südwestseite des Döbraberges. Die beiden letzteren sind 2 und 3 Fuss mächtig, bestehen, eben so wie der erstere, aus sehr glimmerreichem Diabas und haben wenigstens keine auffallende Veränderung des Kalksteins verursacht. — In Nassau, wo doch die Grünsteine so verbreitet sind, gehören deutliche Gänge zu den sehr seltenen Erscheinungen; sowohl Stifft als Sandberger gedenken nur eines einzigen Beispiels aus der Gegend von Eibach, wo ein Eisenerzlager durch einen senkrecht aufsteigenden Gang von Kalkaphanit abgeschnitten wird, welcher sich über Tage zu mehren Kuppen ausbreitet. — Nach Hausmann hat Volkmar am Harze in den Bude-Gegenden entschiedene

gangartige Gebirgsglieder von Grünstein zum Theil von bedeutender Erstreckung nachgewiesen; auch wird der Kalkstein der Gegend von Rübeland von pyroxenischem Grünstein gangförmig durchsetzt. — In der Gegend von Christiania gehören Grünsteingänge zu den ziemlich häufigen Erscheinungen, und auch in England und Schottland würden sie, zumal im Gebiete der Steinkohlenformation, recht zahlreich anzunehmen sein, wenn nicht der grössere Theil dieser Gänge der Melaphyrformation angehört. — In dem an mächtigen Grünsteinlagern so reichen Sandsteine des Connecticut-Thales sind wirkliche und ächte Gänge sehr selten; Hitchcock kennt in Massachusetts keinen Fall, erwähnt jedoch einige aus dem Staate Connecticut; dagegen ist die Grauwacke in der Gegend von Boston und Charlestown sehr reich daran, und am Vorgebirge Nahant wird eine kleine Schieferpartie von so zahlreichen und mächtigen Grünsteingängen durchsetzt, dass fast die Hälfte der Oberfläche aus Grünstein besteht. Dabei sind jedoch diese Gänge von zweierlei Bildung, da sie sich oft gegenseitig durchkreuzen. Auch im Schiefer, Gneisse und Granite von Maine bilden nach Jackson Grünsteingänge eine sehr gewöhnliche Erscheinung; ja, derselbe Geolog beschreibt vom Bald-Head unweit York mehre Beispiele von Gangdurchsetzungen, welche sogar eine dreifache Repetition ihrer Bildung beweisen. *Second Report on the geol. of the state of Maine*, 1838, *p*.72.

Mit den gangartigen Gebirgsgliedern der Grünsteine stehen die kuppenartigen und deckenartigen Gebirgsglieder in sehr naher Beziehung. Die ersteren lassen sich, sofern sie ursprüngliche Kuppen sind, als kuppenförmige Anschwellungen und Ausbreitungen von Grünsteingängen an ihrem Ausgehenden betrachten, welches Vorkommen schon bei der Schilderung der Lagergänge und transversalen Gänge erwähnt worden ist. Zuweilen kommen auch Grünsteinkuppen von untergreifender Lagerung vor, deren Verhältnisse Hausmann, in seinem Werke über die Bildung des Harzgebirges, durch einige Diagramme erläutert hat.

Von allen solchen Kuppen müssen die secundären Kuppen unterschieden werden, welche nur einzelne, kuppenartig aufragende Ueberbleibsel von Grünsteindecken sind. Diese letzteren aber erscheinen als mehr oder weniger ausgedehnte Ablagerungen, welche ihrer Unterlage im grössten Theile ihres Verbreitungsgebietes flach aufgelagert sind, und nur hier und da mit gangartigen Gliedern, gleichsam wie mit ihren Wurzeln, in die Tiefe hinabreichen. Sie bilden gewöhnlich die grösseren, zusammenhängenden Grünsteinpartieen, zeigen meist sehr unregelmässige Contoure, bei einer bisweilen auffallend langgestreckten Form, ragen nicht selten in vielen einzelnen Gipfeln auf, und erweisen sich in ihrer Verbreitung und Lagerung oft gänzlich unabhängig von der Architektur, also von dem Streichen und Fallen derjenigen geschichteten Formationen, in deren Gebiete sie auftreten. Da nun diese Formationen mehr oder weniger steil aufgerichtet zu sein pflegen, so breiten sie sich über den Schichtenköpfen dersel-

ben in Richtungen aus, welche dem Streichen derselben keinesweges entsprechen, ja nicht selten fast rechtwinkelig darauf sind.

Diesen letzteren Umstand, welcher einen schlagenden Beweis für die unabhängige Lagerung und die deckenförmige Ausbreitung solcher Grünstein-Niederlagen liefert, hat bereits Hoffmann in Oberfranken erkannt. Schon die allgemeinen Verhältnisse der dortigen Grünsteine, sagt er, widersprechen der Ansicht ihrer Unterordnung unter den Thonschiefer, die Grauwacken und Kalksteine, in rein neptunischem Sinne. Denn überall, wo sie in grösserem Zusammenhange auftreten, folgt ihre Längen-Ausdehnung sehr auffallend einer Richtung, welche fast rechtwinkelig von der herrschenden Streichungslinie des Schiefergebirges abweicht. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, S. 433. Dass es sich aber wirklich so verhalte, diess lehrt ein Blick auf die geognostischen Charten Oberfrankens und des Voigtlandes*). Die Grünsteinbreccien insbesondere, welche in der Gegend von Elsterberg über Plauen bis nach Selbitz und Trogenau über bedeutende Flächenräume ausgedehnt sind, lassen eine sehr entschiedene Unabhängigkeit ihrer Verbreitung und Lagerung erkennen. Dasselbe gilt aber auch von den grösseren Ablagerungen der Diabase, der Aphanite und Kalkaphanite, welche zwar bisweilen in ihrer allgemeinen Längenausdehnung dem Zuge der Schichten folgen, desungeachtet aber so auffallende Biegungen ihres Verlaufes, und so vielfache Undulationen ihrer Contoure zeigen, dass man sie kaum für regelmässig eingeschichtete Massen erklären kann. Noch bestimmter giebt sich dieses Verhältniss bei manchen minder ausgedehnten aber mehr arrondirten Grünstein-Niederlagen zu erkennen; wie z. B. bei denen von Wildenfels, Planitz, Schönfels, Neumark, Reinsdorf (unweit Plauen) und Planzschwitz, für welche auf diese Unabhängigkeit ihrer Begränzung und Lagerung z. Th. schon früher hingewiesen worden ist. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II, S. 307 und 329. Dass sich auch in anderen Gegenden ähnliche Erscheinungen wiederholen, diess lehren die Beobachtungen Beyrichs, welcher ausdrücklich bemerkt, dass viele Grünstein-Ablagerungen im Herzogthum Nassau durchaus *nicht* in den Schichtenverband des dortigen Grauwackengebirgs eingezwängt, vielmehr erst *nach* der Erhebung des ganzen Gebirges gebildet sind, auf dessen Configuration und Thalbildung sie fast gar keinen Einfluss hatten. Beiträge zur Kenntniss der Verst. des Rhein. Uebergangsgebirges, Heft I, 1837, S. 11.

Einigermaassen auffallend ist es, dass die grösseren Gebirgsglieder der Grünsteine nur *selten* mit *Apophysen* in ihr Nebengestein hinausgreifen, während doch dergleichen bei den Graniten zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören und bei eruptiven Gesteinen überhaupt vorausgesetzt werden können. Es mag diess vielleicht darin seinen Grund haben, dass transversale Gänge von durchgreifender, insbesondere aber, dass typhonische Stöcke von untergreifender Lagerung bei den Grünsteinen nur selten zu beobachten sind, weil gerade diese beiden Lagerungsformen der

*) Man betrachte die Sectionen XV, XIX und XX der geognostischen Charte des Königreiches Sachsen und der angränzenden Länder-Abtheilungen.

Ausbildung von Apophysen vorzüglich günstig zu sein scheinen. Indessen sind doch hier und da Trümer und Adern von Grünstein beobachtet worden, welche von grösseren Massen auslaufen, oder doch wenigstens nach ihren Formen und Dimensionen als dergleichen Ausläufer zu betrachten sind. Auch kommen bisweilen kleinere Grünsteinmassen in der Form von unregelmässigen Nieren und Nestern, von knolligen und keilförmigen Gestalten vor, welche, scheinbar ganz isolirt, mitten in anderen Gesteinen eingeschlossen und nur schwierig zu erklären sind.

De-la-Beche hat vom Towan-Head Grünstein-Ramificationen im Thonschiefer abgebildet, welche sich in aller Hinsicht mit den ähnlichen Ramificationen der Granite vergleichen lassen. Auch zwischen dem Chick-Rock und der Holywell-Bay finden sich sehr interessante Verflechtungen beider Gesteine. Derselbe ausgezeichnete Geolog beschreibt von Saltash und St. Stephen merkwürdige Combinationen von Grauwacke und Grünstein, indem der letztere innerhalb der ersteren theils gerade, theils gebogene und sehr unregelmässig gestaltete keilförmige Massen bildet, welche den Schichten der Grauwacke nur ungefähr parallel liegen. *Report on the Geology of Cornwall and Devon*, *p*. 87 und 63. — Hausmann bemerkt, dass wo am Harze Grünsteinmassen so aufgeschlossen sind, dass man ihre Verbreitung aus der Tiefe nach oben übersehen kann, zuweilen eine Zertheilung und Verästelung wahrzunehmen ist, wodurch bald grössere, bald kleinere Massen vom Nebengestein mehr oder weniger eingeschlossen werden. Selten, wie z. B. am Ausgange des Granethales, erscheinen einzelne, kleinere und grössere, kugelförmige oder unbestimmt geformte Theile von der Hauptmasse des Grünsteins völlig getrennt, und von der Schiefermasse, die sich ihnen schalenförmig anschmiegt, eingehüllt. An manchen Stellen ist der Grünstein in die Massen, mit welchen er in Berührung kam, eingedrungen, wodurch manchfaltige, unbestimmte Uebergangsgesteine gebildet worden sind. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 30.

Was endlich die Verhältnisse der Grünsteinbreccien und Grünsteinconglomerate zu den krystallinischen Diabasgesteinen betrifft, so scheint es, dass die schiefrigen und geschichteten Gesteine der Art von den massigen und ungeschichteten getrennt werden müssen. Während die ersteren, eben so wie die Grünsteinpsammite und Grünsteintuffe, den sedimentären Formationen gar häufig regelmässig eingeschichtet sind, so bilden die ungeschichteten Grünsteinconglomerate theils selbständige Kuppen, theils auch blose Umhüllungen, gleichsam eine grobe Emballage von Grünsteinkuppen und Grünsteinstöcken, und beurkunden sich wohl in beiden Fällen als wirkliche Reibungsconglomerate. Ueberhaupt aber bieten diese klastischen Gesteine der Diabasformation noch manche räthselhaften Verhältnisse dar, weshalb denn auch die von mehren Geologen aufgestellte Ansicht, dass ihre Bildung mit der Existenz wirklicher vorweltlicher Vulcane im Zusammenhange gestan-

den habe, noch keineswegcs als völlig erwiesen zu betrachten sein dürfte.

Dass übrigens die Eruptionen der meisten pyroxenischen Grünsteine während der Periode der Uebergangsformationen Statt gefunden haben, diess ist bereits oben (S. 308 f.) ausführlich erörtert worden. Indessen müssen sich auch noch später Eruptionen desselben Materials wiederholt haben, da in Devonshire die Steinkohlenformation mit gleichzeitigen Grünsteinen verbunden ist, und da die in den steil aufgerichteten Regionen der devonischen Formation übergreifend gelagerten Grünsteine doch erst nach der Bildung, Consolidirung und Aufrichtung der betreffenden Schichtensysteme hervorgetreten sein können.

§. 339. *Einwirkungen der pyroxenischen Grünsteine auf die angränzenden Gesteine.*

Wenn schon die mineralische Zusammensetzung und die meisten Lagerungsformen der pyroxenischen Grünsteine ihre eruptive Entstehung beweisen, so wird solche noch durch manche andere, bisweilen wahrnehmbare Erscheinungen bestätigt. Dahin gehören die Störungen der Schichten ihres Nebengesteins, die Einschlüsse von Fragmenten desselben, und die durch Anhäufung solcher Fragmente gebildeten Reibungsconglomerate, so wie endlich die hier und da beobachteten materiellen Veränderungen, welche sie in den angränzenden Gesteinen verursacht haben. Doch geben sich diese letzteren nur selten als wirkliche kaustische Einwirkungen zu erkennen, weshalb denn auch die pyrogene Natur der Grünsteine, eben so wie jene der Granite, noch keinesweges mit solcher Evidenz erwiesen ist, als ihre eruptive Natur.

Die von den Grünsteinen durchbrochenen Gesteinsschichten sind bisweilen auffallend verbogen, geknickt und gestaucht, was auf die grosse mechanische Gewalt schliessen lässt, mit welcher das Material der Grünsteine aus den Tiefen der Erde hervorgetrieben worden ist.

So bemerkt Hausmann, dass am Harze die Aufrichtung der Schichten mit ihrer Annäherung gegen die Grünsteine im Allgemeinen zunimmt, und dass dasselbe für die ausgezeichneten Biegungen, Knickungen und Faltungen derselben gilt, welche sich sowohl bei der eigentlichen Grauwacke, als auch bei dem Grauwackenschiefer und Thonschiefer finden. Für beide diese Verhältnisse soll die Grauwacke des Innerstethales und der unteren Theile des Sieber- und Oderthales auffallende Beispiele liefern, während die Windungen und Faltungen des Thonschiefers nirgends ausgezeichneter sind, als zwischen Wippra und Binsenrode, wo sich diese Erscheinungen in bedeutender Ausdehnung, bis zu den kleinsten Dimensionen, und auf die manchfaltigste Weise beobachten

lassen. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 33 und 64. Fridolin Sandberger beschrieb neulich ein interessantes Vorkommen von Ahausen unweit Weilburg in Nassau. Dort steigt eine mächtige Diabasmasse terrassenförmig unter den fast horizontal geschichteten Cypridinenschiefern herauf, deren Schichten daher meist rechtwinkelig an ihr abschneiden; an einigen Stellen, wo die Auflagerungsfläche sehr schön entblöst ist, zeigt sie ganz eigenthümliche unregelmässige Eindrücke, wie wenn die zackige Oberfläche des Grünsteins sich in den noch weichen Schiefern abgeformt hätte. Jahrbücher des Nassauer Vereins für Naturkunde, Heft VIII, S. 7. — Nach De-la-Beche finden sich in Devonshire an mehren Orten, wie z. B. bei High-Week, Newton-Bushel und Bickington sehr schöne Beweise für einen gewaltsamen Durchbruch des Grünsteins durch den Thonschiefer, bei Buckfastleigh aber eben dergleichen für seine Durchbrechung des Kalksteins. — Die Grünsteingänge haben bisweilen die von ihnen durchschnittenen Schichten an der einen Seite umgebogen und aufwärts gedrängt; ein auffallendes Beispiel dieser Einwirkung beobachtete Hitchcock bei Charlestown in Massachusetts, wo ein 10 F. mächtiger, etwa 50° fallender Grünsteingang die Schieferschichten in seinem Liegenden stark aufwärts gebogen hat; bei East-Rock, unweit Newhaven in Connecticut, hat ein nur fussmächtiger, im Sandsteine aufsetzender Gang den hangenden Sandstein aufwärts gedrängt.

Fragmente der durchbrochenen Gesteine kommen in den Grünsteinen von allen Grössen und bisweilen in grosser Menge vor; sie sind bald eckig, bald abgerundet, treten aber nicht immer so deutlich hervor, als diess z. B. mit denen im Granite eingeschlossenen Fragmenten der Fall ist. Obgleich sie von sehr verschiedenen Gesteinen abstammen können, so ist es doch gerade bei den Grünsteinen eine besonders häufige Erscheinung, dass die von ihnen umschlossenen Bruchstücke oder Geschiebe mit ihnen selbst von gleichartiger Natur sind, und also gleichfalls aus Grünstein bestehen; wenn es dann sehr ähnliche Varietäten sind, welche einerseits das anstehende Gestein und anderseits die eingeschlossenen Fragmente bilden, so kann die Erkennung der letzteren bisweilen recht schwierig werden, weil sie gewöhnlich mit der einschliessenden Masse sehr fest verwachsen sind; dann pflegen sie nur an der verwitterten Gesteinsoberfläche deutlicher hervorzutreten. Nicht selten erlangen die Fragmente eine sehr bedeutende Grösse, und oft treten sie recht zahlreich auf, wodurch dann die Bildung von Grünsteinbreccien und Grünsteinconglomeraten vermittelt wird, welche sich auf diese Weise an die krystallinischen Gesteine der Grünsteinfamilie anschliessen.

De-la-Beche beschreibt aus Luscombe's Quarry in Devonshire ein Vorkommen von sehr grossen, im Allgemeinen schollenförmig, im Besondern aber sehr unregelmässig gestalteten Kalksteinfragmenten, welche mitten im Grünsteine eingeschlossen sind. In dem, mehre 100 Fuss mächtigen Diabas- oder Hyperitlager des Ochsenberges, oberhalb Wiemeringhausen im Ruhrthale,

kommen nach v. Dechen grosse Partieen eines hellgrauen harten Schiefers vor: entschiedene Fragmente des Thonschiefers, welche durch die Hyperitmasse losgesprengt, eingeschlossen und verändert worden sind. Sandberger erwähnt ein grosses, von einer eisenschüssigen Kieselmasse umgebenes Stück Dolomit, welches am Niederschelder Hammer bei Dillenburg gänzlich von Diabas umhüllt gefunden wurde. Bei Gospersgrün, unweit Zwickau in Sachsen, ist ein mächtiges verticales Grünsteinschieferlager von fuss- bis lachtergrossen Schollen eines dunkelgrauen, etwas harten Grauwackenschiefers erfüllt, welche insgesammt mit ihren breiten Seitenflächen den Schichten des sie einschliessenden Grünsteins parallel liegen, und daher in verticaler Stellung suspendirt sind.

Kleinere Bruchstücke sind nicht selten und daher schon in vielen Gegenden beobachtet worden. So enthalten z. B. die Grünsteingänge von Eger und Sorgenfrie im südlichen Norwegen Gneissfragmente; der Augitporphyr von Bogoslowsk umschliesst nach G. Rose sehr viele eckige Bruchstücke von Grauwacke. In dem Kalkaphanite oder Diabasmandelsteine des Weilburger Schlossberges finden sich nach Sandberger Bruchstücke von Diabas und von einem basaltjaspisähnlichem Gesteine. Der Altschönfelser Schlossberg unweit Zwickau besteht aus festem Aphanit und Aphanitschiefer, welche zahlreiche, zoll- bis ellengrosse, meist noch recht scharfkantige, bisweilen auch abgerundete Fragmente eines licht grünlichgrauen, harten, thonschiefer- oder grünsteinschieferähnlichen Gesteines, so wie eines Kalkaphanites umschliessen, der jenem des südlich vorliegenden Kirchberges sehr ähnlich ist; auch kommen bisweilen granitähnliche Geschiebe vor. Die Häufigkeit der Fragmente lässt das Ganze als ein förmliches Grünsteinconglomerat erscheinen, welches wohl in die Kategorie der eruptiven Reibungsconglomerate gehören dürfte (I, 690).

Wie die Bildung der im Voigtlande und in Oberfranken so ausserordentlich verbreiteten, unvollkommen schiefrigen und auch meist geschichteten Grünsteinbreccien zu erklären sei, darüber sind erst weitere Aufschlüsse zu erwarten. Sie enthalten bald viele bald wenige, bald grosse bald kleine, meist eckige, selten abgerundete Fragmente, die gewöhnlich aus aphanitischem Grünstein und aus einem licht blaulichgrauen bis fast lavendelblauen, dem sogenannten Basaltjaspis ähnlichen Gesteine bestehen, und lassen einerseits einen Zusammenhang mit massigen Grünsteinen erkennen, während sie anderseits, durch Verfeinerung des Kornes, in Grünsteinpsammite und Grünsteintuffe übergehen. In seltenen Fällen umschliessen sie ganz vereinzelte organische Ueberreste. Auch bei Weilburg in Nassau, wo der Kalkaphanit in eine Breccie mit basaltjaspisähnlichen Bruchstücken übergeht, ist nach Sandberger in dieser Breccie ein Schraubenstein, so wie zwischen Dillenburg und Donsbach in ähnlichem Gesteine eine grössere Anzahl von Versteinerungen gefunden worden.

Was endlich die substantiellen oder chemischen Veränderungen anlangt, welche die Grünsteine auf ihr Nebengestein ausgeübt haben, so sind bereits im ersten Bande S. 779 einige Erscheinungen der Art erwähnt worden. Diese Veränderungen lassen theils auf eine Einwirkung hoher Temperatur, theils auf eine Imprägnation mit Bestandtheilen schliessen, welche von dem Grünsteinmateriale ausgegangen ist. Eine

Bleichung dunkel gefärbter Gesteine, eine Verdichtung und Erhärtung der Schiefer, eine mehr oder weniger deutliche Umkrystallisirung, und endlich eine an gebrannte Thone und Porcellanite erinnernde Umbildung: das sind die Erscheinungen, welche man bisweilen im Contacte der Grünsteine beobachtet hat; aber auch nur bisweilen, denn gar häufig erscheint das Nebengestein derselben so gut wie völlig unverändert. Merkwürdig ist es, dass die Kalksteine in der Regel gar keine merkbare Veränderung erlitten haben.

Hausmann bemerkt, dass am Harze der Thonschiefer seine gewöhnlich dunkle, durch Kohlenstoff bedingte Farbe im Contacte mit den Grünsteinen eingebüsst und mit einer lichtgrauen Farbe vertauscht hat, wie er sie auch erhält, wenn er stark geglüht wird. Eine ähnliche Bleichung zeigen auch nach v. Dechen die Thonschiefer der Ruhrgegenden hin und wieder im Contacte mit den dortigen Hyperiten, wie sie denn auch in Nassau, im Voigtlande und in Oberfranken beobachtet worden ist. Dabei sind diese Gesteine gewöhnlich so dicht und hart geworden, dass sie eine mehr oder weniger auffallende äussere Aehnlichkeit mit Kieselschiefer zeigen, ohne jedoch in wirklichen Kieselschiefer umgewandelt worden zu sein, wie wohl bisweilen behauptet worden ist*). Nach Zinken sollen die Schiefer des Harzes im Contacte der Grünsteine gar nicht selten eine ähnliche Umwandlung in Fleckschiefer und Bandschiefer (I, 788) erlitten haben, wie sie so oft in der Nähe der Granite beobachtet wird.

Interessant ist die Erscheinung, welche Murchison vom Whitsborn-Hill, am westlichen Ende des Corndon in Wales berichtet. Dort liegt ein 20 bis 40 Fuss mächtiger, säulenförmig abgesonderter Lagergang von Grünstein im Schiefer; unmittelbar im Contacte ist der letztere in eine Art von Porcellanit umgewandelt, welcher weiterhin in verhärteten Schiefer übergeht, bis endlich in 12 Fuss Abstand der unveränderte Schiefer beginnt. *The Silurian System, p.* 274. Die ganz ähnlichen, aber noch auffallenderen Erscheinungen, welche Phillips vom Brock-Hill am Temefluss beschreibt, wo ein 30 F. mächtiger Gang von grobkörnigem Grünstein vertical in horizontal geschichtetem Sandstein und Schieferletten der devonischen Formation aufsetzt, und diese Gesteine bis auf 17 und 30 F. Abstand verändert hat, dürften wohl eher auf amphibolischen Grünstein zu beziehen sein. *Mem. of the geol. survey of Great-Britain, II, part* 1, *p.* 156. — Der von Zeuschner bei Teschen und Kattowice, so wie der von Jackson auf Deer-Island beobachteten Einwirkungen ist bereits im ersten Bande S. 779 f. gedacht worden. An sie schliessen sich die, z. Th. schon früher von Silliman beschriebenen und von Hitchcock bestätigten Umwandlungen des Sandsteins im Connecticut-Thale an; dort liegt am Rocky-Hill bei Hartford Grünstein auf dem Sandsteine, welcher bis auf 4 Fuss verändert erscheint; die rothe Farbe geht in grau und weiss über, das Gestein wird fest,

*) Die angeblichen Umwandlungen des Thonschiefers in wahren Kieselschiefer, und der Grauwacke in Quarzit würden auch nicht als blose Wirkungen des Contactes mit Grünsteinen zu begreifen sein; vergl. Band I, S. 809 und S. 550.

hart und verliert seine Schichtung; in 2 F. Abstand entwickelt es kleine Blasenräume, die immer grösser und zahlreicher werden, bis endlich beide Gesteine fast ohne eine unterscheidbare Gränze mit einander verschmolzen sind. Aehnliche Erscheinungen sind mehrorts sowohl in Massachusetts als in Connecticut zu beobachten; am Holyoke sind die Blasenräume des Sandsteins z. Th. mit Kalkspath erfüllt, und am Titans-Pier ist der Sandstein sogar unvollkommen säulenförmig abgesondert.

Ob die in den Grünsteinbreccien so häufig vorkommenden und schon mehrfach erwähnten basaltjaspisähnlichen Fragmente auch als metamorphosirte, und insbesondere als durch hohe Temperatur veränderte Gesteine zu betrachten sind, darüber müssen noch weitere Untersuchungen entscheiden. Anstehend sind allerdings dergleichen Gesteine bis jetzt noch aus keiner Grünsteinregion erwähnt worden, obwohl ihre Fragmente nicht nur in den Grünsteinbreccien des Voigtlandes und Oberfrankens, von wo sie Freiesleben und Hoffmann beschrieben, sondern auch in den Grünsteinen von Nassau und Devonshire bekannt sind.

Noch mag zum Schlusse eines der seltenen Fälle gedacht werden, da auch Kalkstein durch Grünstein verändert worden ist. Die Diabasmasse von Ahausen bei Weilburg, welche die dortigen Cypridinenschiefer durchschneidet, hat diese dunkelfarbigen, bituminösen und festen Kalkschiefer in ein weisses, lockerkörniges, bei der Verwitterung fast zerreibliches, zuckerähnliches Gestein umgewandelt, welches keine Spur von organischer Materie enthält. Sandberger, a. a. O. S. 7.

Sechster Abschnitt.

Ophiolith-Formationen.

§. 340. *Einleitung.*

Schon die nahe geognostische Verwandtschaft, in welcher die Grünsteine zu dem Serpentine und Gabbro stehen, dürfte es rechtfertigen, dass wir die Betrachtung dieser Gesteine unmittelbar auf die der Grünsteine folgen lassen. Aber auch ihre Alters-Verhältnisse scheinen ihnen diesen Platz anzuweisen, weil die Serpentine schon in den ältesten Formationen, wenn auch nicht als eruptive, so doch als solche Bildungen auftreten, welche petrographisch von den jüngeren Serpentinen gar nicht zu unterscheiden sind, und weil es im Allgemeinen zweckmässig befunden werden dürfte, diejenigen eruptiven Bildungen zuerst abzuhandeln, welche sich gewissermaassen als die Epigonen älterer, unter ganz anderen Verhältnissen entstandener, aber petrographisch gleichartiger Bildungen zu erkennen geben.

Da es oft mit Schwierigkeiten verbunden sein kann, ein bestimmtes Urtheil darüber zu fällen, ob eine Serpentin-Ablagerung primitiv oder eruptiv ist, so dürften manche der in diesem Abschnitte vorkommenden Angaben vielleicht auf primitive Serpentine zu beziehen sein, deren Verhältnisse bereits oben (S. 88 und 141) zur Erwähnung gebracht worden sind. Diess mag auch einige Wiederholungen entschuldigen, welche aus demselben Grunde nicht immer ganz zu vermeiden waren*).

Nach dem Vorgange Alexander Brongniart's vereinigen wir unter dem Namen Ophiolithformation mehre eruptive Gesteinsbildungen, welche, obwohl von wesentlich verschiedenem petrographischen Charakter, dennoch in dem häufigen Zusammenvorkommen ihrer Massen eine so gesetzmässige Verknüpfung und eine so innige geognostische Verwandtschaft beurkunden, dass ihre gemeinschaftliche Betrachtung in aller Hinsicht zweckmässig erscheinen dürfte, und dass eine Trennung derselben nur vom petrographischen Standpunkte aus gerechtfertigt werden könnte.

Als die wesentlichen und vorwaltenden Gesteine der Ophiolithformation sind Serpentin, Gabbro und Hypersthenit zu betrachten; als untergeordnete und zum Theil nur selten vorkommende Gesteine schliessen sich besonders dem Serpentine der Eklogit, der sogenannte *Gabbro rosso*, Grünsteine, Variolite und mancherlei quarzige Gesteine an.

Den Namen Ophiolithformation bildete Brongniart nach dem schon von Dioscorides und Plinius gebrauchten Worte Ophites, mit welchem die Alten den Serpentin bezeichneten, weil gerade dieses Gestein eines der wichtigsten und besonders charakteristischen Glieder der Formation ist**).

A. Serpentin und seine Begleiter.

§. 341. *Petrographische Verhältnisse des Serpentins.*

Der im ersten Bande S. 584 f. gegebenen petrographischen Beschreibung haben wir noch Folgendes hinzuzufügen.

*) Zu den primitiven, oder doch wenigstens nicht eruptiven Serpentinen gehören auch die meisten Serpentine der Alpen, welche mit grünen Schiefern, oder mit Glimmerschiefer, Talkschiefer und Chloritschiefer sehr innig verbunden sind. Sie werden gewöhnlich als metamorphische Gesteine betrachtet. Studer, Lehrb. der phys. Geogr. II, S. 161.

**) Brongniart, die Gebirgsformationen der Erdrinde, übersetzt von Kleinschrod, 1830, S. 348. Den Hypersthenit, welcher allerdings etwas isolirt dasteht, schalten wir nur deshalb hier ein, weil er wohl keinem Gesteine näher verwandt ist, als dem Gabbro.

Die gewöhnlich herrschende schwärzlichgrüne, lauchgrüne und olivengrüne Farbe geht bisweilen in pistazgrün, ölgrün, zeisiggrün, schwefelgelb, gelblichbraun, leberbraun, röthlichbraun bis blutroth über; oft kommen zwei oder mehre Farben zugleich in punktirter, gefleckter, gewolkter, geflammter, geaderter oder netzförmiger Farbenzeichnung vor.

Nach Delesse soll die geaderte und netzförmige Farbenzeichnung bisweilen eine gewisse Gesetzmässigkeit in Bezug auf die Art der mit einander verbundenen Farben erkennen lassen; auch hat er gezeigt, dass sehr verschieden gefärbte Varietäten fast genau dieselbe qualitative und quantitative Zusammensetzung haben, weshalb ihre verschiedenen Farben wohl nur in verschiedenen Oxydations- und Verbindungszuständen des Eisens begründet sein dürften. *Ann. des mines*, *t. XVIII*, 1850, *p.* 337 u. 342.

An der Oberfläche erleidet der Serpentin in Folge der Verwitterung entweder eine Bleichung, oder auch eine Röthung und Bräunung; doch dringt diese Veränderung gar nicht tief ein, wie denn der Serpentin überhaupt der Verwitterung nur wenig unterworfen ist, und auch wegen seiner Zähigkeit den mechanischen Angriffen der Gewässer mehr zu widerstehen scheint, als man bei seiner Weichheit glauben sollte.

Obgleich übrigens der Serpentin im reinsten Zustande zweidrittelkieselsaure Magnesia mit 13 p. C. Wasser ist, so wird doch, theils durch die beständige Vertretung eines Antheils Magnesia durch Eisenoxydul, theils durch die mehr oder weniger reichliche Beimengung von accessorischen Gemengtheilen für das Gestein überhaupt der Wassergehalt etwas herabgezogen, so dass gewöhnlich nur 9 bis 11 Procent Wasser vorhanden sind. Auch hat man in manchen Serpentinen Spuren von Bitumen und Kohlensäure erkannt.

Ueber einige der a. a. O. genannten accessorischen Bestandtheile ist noch Folgendes zu bemerken. Der Glimmer findet sich nicht nur in einzelnen Schuppen, zumal auf den Absonderungsflächen des Gesteins, sondern auch bisweilen, wie z. B. bei Zöblitz in Sachsen, in strahlig-blätterigen bis erbsengrossen Kugeln, welche auf der verwitterten Oberfläche des Gesteins wie Pocken hervorstehen. Granat kommt sehr häufig vor, in hirsekorn- bis haselnussgrossen rundlichen Körnern von rother oder brauner, bisweilen auch von grüner Farbe. Nach Delesse ist es wesentlich ein Talkthongranat, mit 22 p. C. Magnesia und dem auffallend niedrigen Gewichte 3,15. Nicht selten umschliessen diese Granatkörner Chromeisenerz, Pyrit, grünen Diallag oder Chlorit, welcher letztere auch zuweilen eine Kruste um sie bildet, wie sie denn mitunter gänzlich in Chlorit umgewandelt sind; (Vogesen und Greifendorf in Sachsen). Magneteisenerz findet sich häufig, bisweilen so reichlich, dass das Gestein sehr lebhaft auf die Magnetnadel wirkt, und in anstehenden Felsen, ja selbst in Handstücken polar magnetisch ist; (Heideberg im Fichtelgebirge, Serpentin von Anninsky am Ural). Gold kommt nach G. Rose im Serpentin von Kyschtimsk am Ural vor; auch soll es neuerdings in den Serpentinen nördlich von Genua, zwar sparsam, aber doch hinreichend gefunden worden sein, um eine Goldgewinnung zu begründen.

Ausser denen im ersten Bande S. 585 genannten Mineralien kommen auch noch folgende als accessorische Bestandmassen vor: edler Serpentin, sehr häufig, Talk, Hydrotalkit bei Snarum in Norwegen,

Nemalit und Brucit, selten, Dermatin bei Waldheim, Pyknotrop ebendaselbst, Hornblende und Strahlstein, Gurhofian, Faserkalk, Seifenstein und Glanzeisenerz. Der Asbest der Serpentine ist wohl in allen Fällen Chrysotil, welcher oft förmliche Netzwerke bildet, und am schönsten auf Staten-Island in Nordamerika vorgekommen sein dürfte, wo die Fäden 12 bis 15 Zoll lang, und weich wie Menschenhaare sind, so dass für die Bekleidung der Feuermannschaft Zeuge daraus gewebt werden konnten. Der Magnesit tritt als kieseliger Magnesit bei Castellamonte und Baldissero in Piemont in zahlreichen Trümern auf, welche ebenfalls zu förmlichen Netzwerken verbunden sind. Der Seifenstein (*soapstone*) bildet bei Mullion und Kynance in Cornwall Gänge, welche bis mehre Fuss mächtig sind, meist unmittelbar an Granitgängen hinlaufen, und sich häufig, wie diese, nach oben auskeilen; v. Dechen in Karstens Archiv, Bd. 17. Der Gurhofian, welcher bei Gurhof, Els und Karlstätten in Oesterreich vorkommt, überzieht nach v. Holger die Kluftflächen des Serpentins ganz auf ähnliche Weise, wie diess so häufig mit dem Pikrolith der Fall ist.

Unter den nutzbaren Mineralien, welche sich hier und da in grösseren Quantitäten vorfinden, sind, ausser dem Magnesit und dem Seifenstein, welcher letztere in Cornwall zur Porcellanfabrication benutzt wird, besonders einige metallische Mineralien, namentlich gediegen Kupfer, Kupferkies, Magneteisenerz, Chromeisenerz und Platin zu erwähnen.

Dass gediegene Kupfer findet sich z. B. im Serpentindistricte Cornwalls in Trümern und Nestern, welche letztere bisweilen an 100 Pfund, ja nach Hawkins bis mehre Tonnen Gewicht hatten; auch in Nordamerika sind ähnliche Vorkommnisse bekannt. Der Kupferkies ist im Monte Ramazzo bei Genua so häufig, dass er eine Vitriol- und Bittersalzfabrik unterhält, auch stehen die Kupfererze (Kupferkies, Buntkupferkies und Kupferglanz) von Monte Catini in Toskana nach Fr. Hoffmann, Burat und Hamilton mit dem dortigen Serpentine in der genauesten Verbindung, und der mächtige Kupferkiesstock von Arghaneh-Maden am Tigris liegt nach Warington Smyth entweder innerhalb, oder an der Gränze des dortigen Serpentins. Das Arseneisen und der Magnetkies, welche dem Serpentine von Reichenstein eingesprengt und etwas goldhaltig sind, begründeten den dasigen Bergbau. Rotheisenerz bildet nach Mather Lager im Serpentine auf Staten-Island, und Hoffmann, Burat u. A. sind der Ansicht, dass sogar die mächtigen Eisenerzstöcke auf Elba mit dem dortigen Serpentine in naher Beziehung stehen. Magneteisenerz bildet zumal in den Alpen und in Nordamerika Stöcke und grosse Nester im Serpentin. Chromeisenerz kommt auf ähnliche Weise, oder auch in Trümern und Lagen bei Kraubat in Steiermark, auf den Inseln Unst und Fetlar, in Kleinasien, bei Baltimore und an vielen andern Orten in Nordamerika vor. Dass endlich das Uralische Platin und wohl auch manche seiner Begleiter ursprünglich in Serpentin eingewachsen waren, dafür sprechen nicht nur die oben (S. 142) erwähnten Thatsachen, sondern auch der Umstand, dass die dortigen platinführenden Sandlager und Alluvialmassen vorherrschend aus zerstörtem Serpentin bestehen.

Die Gesteinsformen des Serpentins sind nicht sehr manchfaltig. Häufig erscheint er in ebenflächige Platten, von einem Zoll bis mehre Fuss Stärke, abgesondert, welche theils regellos gruppirt, theils aber mit solcher Stetigkeit und Regelmässigkeit geordnet sind, dass man ein geschichtetes Gestein zu sehen glaubt.

Diese Platten sind gewöhnlich durch viele transversale Klüfte sehr zerstückelt, fast immer aber auf ihren Begränzungsflächen mit Chlorit, oft auch noch mit Glimmer bedeckt; ja der Chlorit bildet zuweilen zolldicke und noch dickere Zwischenlagen, so dass Chlorit- und Serpentinlagen mit einander abwechseln.

Nächst den plattenförmigen Gestalten sind besonders unregelmässig polyëdrische Absonderungsformen, und linsenförmige oder krummflächig schalige, in scharfe Kanten anslaufende, nach allen Richtungen in einander gefügte, man möchte sagen gepresste und gequetschte Formen nicht selten, deren Begränzungsflächen als striemige oder spiegelglatte Rutschflächen erscheinen, auch häufig mit Pikrolith, Talk und Chlorit, bisweilen auch mit Gurhofian überzogen sind.

Sehr selten sind säulenähnliche, noch seltener kugelige Gesteinsformen. Fiedler berichtet, dass der Serpentin bei Karysto, an der südöstlichen Spitze von Euböa, kugelig abgesondert ist; die meist 3 Zoll grossen Kugeln sind in unzähliger Menge aus dem Gesteine herausgewaschen. Reise nach Griechenland, I, 432.

Der Serpentin wird zwar gewöhnlich als ein durchaus ungeschichtetes und massiges Gestein betrachtet, indem selbst bei plattenförmiger Absonderung die Plattensysteme gewöhnlich nach so verschiedenen Richtungen gestellt sind, dass man die Erscheinung nicht wohl mit wirklicher Schichtung verwechseln kann. Wenn jedoch diese Absonderung mit grosser Regelmässigkeit und Stetigkeit nach derselben Richtung ausgebildet ist, so lässt sich dieselbe kaum von einer wirklichen Schichtung unterscheiden, zumal wenn die Platten den Schichten der angränzenden Gesteine parallel liegen.

So ist z. B. der Serpentin bei Taura, unweit Burgstädt in Sachsen, höchst regelmässig in verticale, durchaus nach derselben Richtung streichende, und den Schichten des einschliessenden Granulites parallele Platten getheilt, und De-la-Beche hebt es hervor, dass die Haupt-Absonderungsklüfte des Serpentines im Lizarddistricte in Cornwall einander alle parallel, in der Richtung von NNW. nach SSO. durch das Gebirge hindurchsetzen. Fallou und Müller wollen die angebliche Schichtung gewisser Serpentine nur als eine plattenförmige oder bankförmige Absonderung betrachtet wissen.

§. 342. *Geotektonische Verhältnisse des Serpentins.*

Der Serpentin ist eine von denjenigen Eruptivbildungen, welche nicht sehr weit ausgedehnte Ablagerungen, sondern mehr beschränktere, aber gewöhnlich in einer und derselben Gegend zahlreich oder doch mehrfach vorhandene Gebirgsglieder zu bilden pflegen; indessen kommen auch hier und da isolirte Ablagerungen von Serpentin vor.

Was nun die Lagerungsformen dieser Gebirgsglieder betrifft, so dürften Stöcke und kurze, aber sehr mächtige Gänge als die gewöhnlicheren zu betrachten sein. Diese Stöcke und Gänge sind häufig als Lagerstöcke und Lagergänge ausgebildet, wie denn die primitiven Serpentine in vollkommenen Lagern zwischen Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer u. a. Gesteinen auftreten; die Stöcke und Gänge der eruptiven Serpentine aber scheinen sich nicht selten nach oben bedeutend zu vermächtigen, auszubreiten, zu kuppenförmigen Gebirgsgliedern aufzuthürmen, und bisweilen über die Ränder der Gangspalte weit übergreifend auszudehnen; ja einige Serpentin-Ablagerungen dürften sogar als deckenförmige Gebirgsglieder zu betrachten sein. Wo mehre Serpentinstöcke in einer und derselben Gegend vorkommen, da lassen sie gewöhnlich eine reihenförmige Anordnung nach bestimmten Richtungen erkennen.

Einige Beispiele von grösstentheils unzweifelhaften Gängen sind folgende. Bei Tirschheim und Hohenstein in Sachsen setzt ein $^3/_4$ Meilen langer, sehr mächtiger Serpentingang im Glimmerschiefer auf. Lyell beobachtete bei Balloch in Forfarshire einen über 300 F. mächtigen, stellenweise in zwei Trümer getheilten Serpentingang im *Old red sandstone*, durch welchen sich derselbe mehr oder weniger unterbrochen über 14 Engl. Meilen weit verfolgen lässt; auch Macculloch führt mehre Beispiele von gangartigen Gebirgsgliedern des Serpentines an. Murchison und Sedgwick erwähnen das Vorkommen zweier sehr deutlicher Serpentingänge im Kalkstein von Kirchbückl in Steiermark, und Marzari Pencati beschrieb zuerst das gangartige Auftreten des Serpentins im Marmor bei Predazzo in Tyrol, welches noch gegenwärtig in seltener Schönheit und Deutlichkeit zu beobachten ist. Bei Newport im Staate Rhode-Island scheint nach Hitchcock ein Serpentingang im Kieselschiefer aufzusetzen. Hamilton gedenkt eines sehr ausgezeichneten schmalen Serpentinganges, welcher bei Monte Catini in Toskana von dem Gipfel eines unterirdischen Serpentinkegels aus 66 Meter weit durch den Gabbro rosso bis zu Tage aussetzt. *Quarterly Journal of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 292. Boué erwähnt einen gangartigen Serpentinstock im Uebergangskalksteine von Willendorf bei Granbach in Oesterreich; derselbe ist unten 60, oben 40 Fuss mächtig, und endigt zuletzt mitten im Kalksteine; auch soll nach Boué bei Arenzano, unweit Savona, ein wirklicher Serpentingang im Talkschiefer aufsetzen; derselbe Geolog ist der Meinung, dass der Serpentin des Monte Ramazzo bei Genua

einem, mehre Stunden weit fortsetzenden Gange angehöre, und dass der Serpentin und Gabbro bei Cravignola unweit Borghetto einen nach oben übergreifenden Gang in Gesteinen der Jura- oder Macignoformation bilde; auch erwähnt er Gangstöcke von Serpentin im Sandsteine von Waidhofen in Oesterreich.

De-la-Beche hält den über einen Raum von 30 Engl. Quadratmeilen ausgedehnten Serpentin des Lizarddistrictes in Cornwall für eine, in einer bassinförmigen Vertiefung des Schiefergebirges ergossene und ausgebreitete Decke; in der That soll nach Hawkins nichts auffallender sein, als die weite Ausdehnung des von ihm gebildeten fast horizontalen Tafellandes. Auf ähnliche Weise möchten einige der ziemlich weit und horizontal verbreiteten Serpentin-Ablagerungen Schlesiens zu beurtheilen sein. Bei Davos in Graubündten soll sich nach Studer der Serpentin stromartig über den älteren Gesteinen ausbreiten.

Der Serpentin bildet gewöhnlich isolirte, über seine nächsten Umgebungen mehr oder weniger hervorragende Berge, Hügel, Rücken und Kämme von meist abgerundeten Formen. Doch kann er auch in hohen Alpenregionen und an der Meeresküste in schroffen und scharf ausgezackten Felsen auftreten; wie solches z. B. nach Leopold v. Buch im oberen Engadin das steile, vom Cimult über das Dorf Mühlen nach dem Schamser Thale herablaufende Gebirgsjoch, und nach Rogers der Clickertor in Cornwall beweisen. Wo der Serpentin über grössere Flächen ausgebreitet ist, da bildet er auch wohl flaches oder sanfthügeliges Land, von horizontaler oder nur wenig undulirter Oberfläche; so z. B. im Lizarddistricte, in Schlesien bei Priesnitz, Riegersdorf, Frankenberg und Wartha.

Die Oberfläche der Serpentinberge ist meist durch Trockenheit und Unfruchtbarkeit ausgezeichnet; auch scheinen einige Pflanzenspecies mit besonderer Auswahl den Serpentinboden aufzusuchen; wie z. B. *Erica vagans* in Cornwall lediglich im Serpentindistricte, aber daselbst in grosser Menge wachsen soll. Von Waldbäumen ist es bei uns besonders die Kiefer (*pinus sylvestris*), welche häufig auf Serpentinbergen getroffen wird, ohne dort gerade sehr zu prosperiren.

Das, wenn auch seltene, so doch ganz unzweifelhafte Auftreten des Serpentins in mächtigen Gängen, welche die Schichten sedimentärer Formationen durchschneiden, und das häufige kuppenförmige Vorkommen desselben lassen schon auf seine eruptive Bildungsweise schliessen; ja, man kann wohl behaupten, die Gänge beweisen solche unwiderleglich. Rechnet man nun dazu die mineralische Natur des Gesteins, den absoluten Mangel an organischen Ueberresten, den Umstand, dass noch niemals Schichten, Concretionen oder Secretionen von Serpentin in wirklich sedimentären Formationen gefunden worden sind, und berücksichtigt man die auffallenden Störungen, welche einige Stöcke und Gänge von Serpentin auf die angränzenden Schichten ausgeübt haben, so wird

man wenigstens für die Mehrzahl der Serpentine eine ursprünglich eruptive Entstehung zugeben müssen, trotz dem, dass die in den primitiven Formationen auftretenden Serpentine als gleichzeitige, und ihrer Bildungsweise nach eben so räthselhafte Gebirgsglieder zu betrachten sind, wie die sie einschliessenden Formationen.

Eine gleichzeitige Entstehung nimmt Scipion Gras auch für die in den Französischen Alpen, im Gebiete der dasigen Anthracitformation, auftretenden Serpentine an; sie bilden weder Gänge, noch übergreifend ausgebreitete Massen, lassen nirgends Beweise eines gewaltsamen Durchbruchs, oft aber Spuren von Schichtung und Uebergänge in die Schiefer wahrnehmen. Dagegen hält Fallou die im Gebiete der Sächsischen Granulitformation auftretenden Serpentine, trotz dem, dass sie dem Granulite in der Regel gleichförmig eingelagert sind, für selbständige, d. h. mit dem Granulite nicht völlig gleichzeitige Eruptionsgebilde. Mittheilungen aus dem Osterlande, V, 1842, S. 235.

Obgleich nun das ursprüngliche Material sehr vieler Serpentine einstmals durch eruptive Thätigkeit aus dem Innern der Erde zu Tage gefördert sein muss, so sind doch Beweise einer gewaltsamen Einwirkung auf das Nebengestein, wie sich solche in Störungen seiner Structur und Lagerung, in Fragmenten und Veränderungen desselben zu erkennen geben würden, verhältnissmässig nicht so gar häufig beobachtet worden. Auch zeigen die angeblichen Veränderungen des Nebengesteins oft weit mehr den Charakter von hydrochemischen, als von pyrochemischen Einwirkungen. Auffallend bleiben dabei die vielen Rutsch- und Quetschflächen, von welchen manche Serpentinstöcke an ihren Gränzen nach allen Richtungen durchzogen werden.

Der Serpentinstock von la Guepie im Dép. des Tarn hat nach Dufrénoy nicht nur die Schichten des Gneisses, sondern auch die des darüber liegenden Buntsandsteins sehr stark aufgerichtet und dislocirt. *Explic. de la carte géol. de la France*, *I*, *p.* 171. Nach Hoffmann sollen die Serpentine auf Elba die angränzenden Gesteinsschichten nicht nur gehoben und auf den Kopf gestellt, sondern auch die thonigen Schiefer in Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis umgewandelt haben. Auf diese kieseligen Bildungen in der unmittelbaren Nachbarschaft vieler Serpentine werden wir im nächsten Paragraphen zu sprechen kommen; dass sie nur als hydrochemische Producte gelten können, daran ist wohl nicht zu zweifeln. Der Kalkstein, in welchem der Serpentinstock von Willendorf in Oesterreich aufsetzt, erscheint nach Boué bis auf bedeutenden Abstand mehr oder weniger blasig und mit Rotheisenocker imprägnirt; auch soll dieser Serpentin an seiner Gränze durch Kalksteinfragmente eine breccienartige Beschaffenheit erhalten. Bei Vianino in den Apenninen von Parma kommt ein durch Granitblöcke conglomeratartiger Serpentin vor, welcher sich nach Pareto bis in die Gegend von Bobbio erstreckt. Alexander Brongniart erwähnt eben so von Monte Carelli in den Apenninen eine aus Serpentin und Jaspisfragmenten bestehende Breccie. Im westlichen Theile von Ligurien umschliessen nach Boué manche Serpentin-Ablagerungen zerbrochene und gewun-

dene Partieen von Talkschiefer und Quarzschiefer, oder auch colossale Massen von Kalkstein, welche man nur als gigantische Fragmente betrachten kann, weil ihre Schichten eine ganz andere Lage haben, als die des neben dem Serpentine anstehenden Kalksteins, und weil ihr Gestein körnig und magnesiahaltig ist. *The Edinb. new phil. Journal*, 1827, *p.* 267.

Der Serpentin von Waldheim in Sachsen wird nach Fallou von eigenthümlichen Conglomeratgängen durchsetzt, welche, bei 1 bis 6 Fuss Mächtigkeit und bald steiler bald schwebender Lage, aus Chlorit bestehen, in welchem Granulitknollen, so wie Speckstein, Strahlstein und Serpentinflatschen eingeknätet sind; „dieses Conglomerat scheint durch Losreissung einzelner Granulitschichten entstanden zu sein, deren Trümmer und Splitter sich in den Serpentin eingedrängt haben.“ Die Granulitknollen gehen oft in Pyknotrop über, welchen Fallou als eine Metamorphose des Granulites betrachtet. Karstens und v. Dechens Archiv Bd. 16, 1842, S. 455 f. Ganz dieselben Erscheinungen beschreibt Müller von dem Serpentine bei Greifendorf, in welchem er nicht nur Chloritgänge mit Granulitknollen, sondern auch andere mit faust bis kopfgrossen Granitfragmenten beobachtete, welche gleichfalls mehr oder weniger in Pyknotrop oder Serpentin umgewandelt sind; eben so fand er Chloritgänge, welche Fragmente von Eklogit und Serpentin umschliessen.

Ueber die Eruptions-Epochen der Serpentine sind die Ansichten noch getheilt. „Es würde absurd sein, fünf verschiedene Serpentin-Formationen anzunehmen, weil man seine Massen in eben so vielen verschiedenen Gebirgsformationen aufsetzen sieht,“ sagte Boué, und er scheint geneigt, alle Serpentine nur als Producte derjenigen Eruption anzusehen, welche die neuesten Serpentine lieferte. Diese sind aber in Europa z. B. die Serpentine Oberitaliens, in der Gegend von Genua und la Spezia, wo sie nach Boué und Pareto neuer als der Apenninen-Sandstein, ja, nach Elie de Beaumont's Vermuthung, sogar neuer als die dortigen ältesten Tertiärbildungen sein sollen. Denn der Serpentinzug längs dem Thale der Trebbia soll nicht nur den Apenninensandstein, sondern auch stellenweise die Tertiärschichten steil aufgerichtet und dislocirt haben. Auf der andern Seite aber giebt es wenigstens mittelbar-eruptive Serpentine, wie z. B. jene der Sächsischen Granulitformation, deren Material gewiss gleichzeitig mit jenem des Granulites geliefert wurde, wenn es auch vielleicht etwas später zu dem umgebildet worden sein mag, als was es gegenwärtig erscheint. Andere Serpentine setzen in verhältnissmässig sehr alten Formationen unter solchen Verhältnissen auf, oder werden von anderen Gesteinen dergestallt gangförmig durchschnitten, dass man sie kaum erst in der Tertiärzeit hervorgebrochen denken kann. Wir werden also Serpentinformationen aus sehr verschiedenen Perioden anzunehmen haben, ohne vor der Hand weder die Anzahl derselben, noch die Eruptions-Epochen einer jeden einzelnen mit Sicherheit angeben zu können.

Der Serpentin im Lizarddistricte Cornwalls ist älter als der dortige Granit, denn in Kynance-Cove und Kennick-Cove wird er von Granitgängen durchsetzt, welche höchst wahrscheinlich von gleichem Alter sind, wie der Cornwaller Granit überhaupt, welcher nach Murchison und De-la-Beche erst nach der Periode der dortigen Steinkohlenformation hervortrat, (S. 276); der Cornwaller Serpentin muss also eine sehr alte Bildung sein. — Dagegen hält es Elie de Beaumont für wahrscheinlich, dass die Serpentine der Vogesen nach der Trias- und vor der Liasformation hervorgebrochen sind; *Explic. de la carte géol. etc. I*, 372. Dieselbe Ansicht macht Fournet für die Serpentine im Departement des Aveyron geltend, welche alle älteren Formationen, einschliesslich der Trias, dislocirt haben sollen, während die Liasformation horizontal darüber liegt. (*Essai sur les filons metallifères du Dép. de l'Aveyron*, 1844, *p*. 15). — Die ältesten Tertiärschichten Liguriens sind nach Pareto reich an Serpentingeschieben, und bestehen in Toscana nach Coquand und Pilla z. Th. aus Serpentinconglomeraten; es muss also dort noch ältere Serpentine geben; auch glauben Pareto, Boué und Brongniart, dass die meisten der dortigen Serpentine nach der Kreideformation und vor den tertiären Bildungen hervorgetreten sind, wogegen Pareto für die Serpentine auf Corsica gezeigt haben soll, dass sie sowohl die Kreide- wie die Eocänformation durchbrochen haben. Murchison im *Quarterly Journ. of the geol. soc. VI*, 1850, *p*. 381. — Nach Studer liegen alle Serpentine der Schweiz und Oberitaliens in einem elliptischen Raume, dessen grosse Axe vom Cap Argentaro nach Martigny gerichtet ist, während sein Mittelpunkt bei Genua liegt; die grosse Axe ist parallel der Längenaxe Italiens. So wie diese geographische Connexion, so soll auch die völlige Einerleiheit der Gesteine für die Einheit ihrer Ursache und Entstehung sprechen. Durchgängig sind diese Serpentine mit den Schiefern und Kalksteinen des Macigno verbunden, wo sie auch auftreten mögen, und überall erweisen sie sich jünger, als diese Gesteine. *Bull. de la soc. géol. t. XII*, 1841, *p*. 284 f. — Coquand hat endlich aus der Gegend von Silano Beobachtungen mitgetheilt, welche zu beweisen scheinen, dass der dortige Serpentin erst nach der Bildung der miocänen Tertiärbildung hervortrat; *Ibidem* 2. *série*, *I*, *p*. 421 f.

Indem wir, nach dem Vorgange anderer Geologen, den Serpentin in vielen Fällen für eine eruptive Bildung erklären, weil seine geotektonischen Verhältnisse oft gar keine andere Ansicht zulassen, so sind wir doch keinesweges gemeint, zu behaupten, dass dieses Gestein, genau so, wie es gegenwärtig erscheint, auch ursprünglich zur Ablagerung gelangt, und noch viel weniger, dass das Mineral Serpentin als eine pyrogene Bildung zu betrachten sei. Der Serpentinstock von Snarum (S. 88) und manche andere Serpentine des Ural und Nordamerikas zeigen deutliche und zum Theil colossale Krystalloide oder Pseudomorphosen nach Olivin, und überhaupt liegen so viele andere Beweise für die öftere metamorphische oder epigenetische Bildung des Serpentins vor, dass sich die Folgerung nicht wohl zurückweisen lässt, es möchten ganze Stöcke und Lager desselben ursprünglich ein anderes Gestein

gewesen, und erst im Laufe der Zeiten zu Serpentin umgewandelt worden sein.

Welches Gestein aber den Archetypus solcher metamorphischen Serpentine gebildet haben möge, darüber lassen sich vor der Hand nur Vermuthungen aufstellen. Der Serpentin von Snarum scheint ursprünglich ein sehr grosskörniges Olivingestein gewesen zu sein; andere Serpentine mögen sich aus anderen Gesteinen herausgebildet haben, wie denn namentlich die Grünsteine sehr oft, bisweilen auch Eklogit und Gabbro für den Archetypus des Serpentins erklärt worden sind. Es mögen daher verschiedene Gesteine im Laufe der Zeit einer Serpentinisirung unterworfen gewesen sein. Wenn wir aber den Serpentin gangförmig in Sandsteinen und anderen sedimentären Gesteinen aufsetzen sehen, so erkennen wir diess als einen unwiderleglichen Beweis dafür, dass das ursprüngliche Material dieser Gänge, welches es auch gewesen sein möge, eruptiver Entstehung war.

Ferber erklärte schon 1772 den Serpentin für eine plutonische Bildung. Sein bedeutender Wassergehalt und seine oft so regelmässige Einschichtung zwischen Glimmerschiefer, Talkschiefer und Thonschiefer haben später die Ansicht hervorgerufen, dass er in solchen Fällen ein umgewandeltes Sedimentgestein sei. So sagte Macculloch: *when truly stratified, it must be compared with gneiss as an aquatic stratum, changed by heat; System of Geol. II*, 1831, 202. Hitchcock hielt es für wahrscheinlich, dass diese, den Urschiefern regelmässig eingelagerten Serpentine ein durch Hitze veränderter Talk oder Talkschiefer seien; *Report on the Geol. of Mass.* 1833, 372. Zehn Jahre später erklärte Dana, der Serpentin scheine eine alte Sedimentbildung zu sein, welche durch heisses, mit Kieselerde und Magnesia geschwängertes Wasser metamorphosirt wurde; *The Amer. Journ. of sc. vol.* 45, 1843, *p.* 122. Frapolli aber sprach den Gedanken aus, die Serpentine möchten gleichsam die Dolomite der thonigen Gesteine, oder für diese Gesteine Dasselbe sein, was die metamorphischen Dolomite für die Kalksteine sind.

§. 343. *Uebergänge und Associationen des Serpentins.*

Was die Beziehungen der eruptiven Serpentine zu anderen Gesteinen betrifft, so sind besonders ihre petrographischen Uebergänge und ihre geognostischen Associationen in Betrachtung zu ziehen. Von den Uebergängen sind wohl die wichtigsten und häufigsten die in Gabbro, Grünstein (Diabas und Amphibolit), Eklogit und Granulit; denn die Uebergänge in Talkschiefer, Chloritschiefer und andere grüne Schiefer dürften wohl nur bei den primitiven Serpentinen vorkommen.

Der Uebergang in Gabbro wird dadurch vermittelt, dass der Serpentin Diallag und Partieen von Saussürit oder Labrador aufnimmt; wer-

den nun diese Gemengtheile vorwaltend bis zur endlichen Verdrängung des Serpentins, so entsteht Gabbro. Dergleichen Uebergänge werden z. B. aus dem Serpentindistricte Cornwalls von Hawkins und Majendie, aus dem Serpentin von Cravignola bei Borghetto von Brongniart angegeben.

Es wird auch häufig von einem anderen Uebergange gesprochen, welcher in der Natur gewiss nicht Statt findet. L. v. Buch wurde nämlich durch die häufige Association von Gabbro und Serpentin veranlasst, in seiner Abhandlung über den Gabbro (1810) den Gedanken zu äussern, dass der Serpentin vielleicht als dichter Gabbro zu betrachten sei, und sich zu diesem Gesteine etwa so verhalte, wie der Aphanit zum Diabas. Dieser Gedanke, welcher, obwohl ihn sein Urheber nur ganz hypothetisch hinstellte, von vielen Geologen sehr kategorisch nachgesprochen worden ist, wird jedoch durch die chemische und mineralische Zusammensetzung beider Gesteine völlig widerlegt.

Der Uebergang aus Serpentin in Grünstein (oder Amphibolit) wird häufig erwähnt, und dürfte entweder auf einer gegenseitigen Vermengung und Durchflechtung beider Gesteine, oder auf einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Serpentinisirung des Grünsteins beruhen; im letzteren Falle ist es also gewissermaassen ein pathologischer Uebergang, während ein wirklicher, substantieller Uebergang des frischen und gesunden Grünsteins in Serpentin nicht wohl denkbar ist. Auf ähnliche Weise möchten auch die Uebergänge in Eklogit und Granulit zu beurtheilen sein.

Der Serpentin zeigt auch mancherlei sehr merkwürdige Associationen mit anderen Gesteinen. Besonders häufig finden wir ihn mit Gabbro, Granulit, Grünstein, Variolit und Eklogit, nicht selten auch mit Jaspis, Hornstein und anderen kieseligen Gesteinen, bisweilen mit dem sogenannten Gabbro rosso vergesellschaftet.

Die Association mit Gabbro ist so häufig, dass man wenigstens selten Gabbro beobachten wird, ohne in seiner Nähe Serpentin anzutreffen; oft berühren sie sich unmittelbar, so dass ganze Berge und noch grössere Ablagerungen theils aus Gabbro, theils aus Serpentin bestehen, und dass nothwendig ein verborgener Causalzusammenhang diese fast beständige Coëxistenz beider Gesteine bedingen muss.

Die Association mit Granulit ist eigentlich mehr so aufzufassen, dass der Serpentin zu den gewöhnlichsten untergeordneten Bildungen im Gebiete der Granulit-Ablagerungen gehört.

Die Sächsische Granulitformation ist ausgezeichnet durch die grosse Menge von Serpentinstöcken, welche sie umschliesst; (S. 197). Eben so ist der Granulit der Vogesen als die eigentliche Heimat der meisten dortigen Serpentine zu betrachten; dasselbe gilt von dem Granulite bei Göttweih in Oesterreich, bei Namiest in Mähren, und von anderen Ablagerungen dieses Gesteins.

Seltener als mit Gabbro, aber doch noch häufig genug ist der Serpentin mit **G r ü n s t e i n**, und namentlich mit pyroxenischem, bisweilen wohl auch mit amphibolischem Grünstein, oder auch mit **A m p h i b o l i t** vergesellschaftet.

Im Ural scheint dieses Zusammenvorkommen beider Gesteine nach Kupffer und G. Rose sehr allgemein und in grosser Ausdehnung Statt zu finden. Auch wird von einigen Serpentingängen angegeben, dass sie in ihrer Fortsetzung in Grünstein verlaufen. Der Serpentin des Lizarddistrictes in Cornwall ist oft mit dem dasigen Hornblendschiefer und Grünsteine sehr innig verknüpft, und soll, nach Sedgwick und Rogers, zwischen Porthalla und Pentire-Point mit Grünstein mehrfach in 2 bis 6 Zoll dicken Lagen abwechseln.

Gewisse Varietäten des **V a r i o l i t e s** lassen eine innige Verknüpfung mit der Ophiolithformation erkennen, indem sie fast immer in der unmittelbaren Umgebung von Serpentin oder Gabbro auftreten, und namentlich mit dem letzteren durch Uebergänge verbunden sein sollen.

Ueber die mineralische und chemische Zusammensetzung dieser Variolite sind wir erst kürzlich durch Delesse belehrt worden. Die kugeligen Concretionen derselben sind verschiedentlich grün, nach innen oft violett gefärbt, meist einige Millimeter bis 1 Centimeter, selten bis 5 Centimeter gross, mit der umgebenden Gesteinsmasse innig verwachsen und verflösst, gewöhnlich radial faserig zusammengesetzt, haben das G. = 2,923, und scheinen vorwaltend aus demselben Feldspath zu bestehen, welcher als Gemengtheil des Gabbro auftritt. *Ann. des mines*, *t. XVII*, 1850, *p.* 116 f. — Die nahe Verwandtschaft dieser Variolite mit dem Gabbro ist wohl von Al. Brongniart schon im Jahre 1821 angedeutet worden, indem er eine besondere Varietät dieses Gesteins von Pietra-Mala unter dem Namen *Euphotide variolitique* aufführte; Boué aber machte im Jahre 1827 aufmerksam darauf, dass die Variolite gewöhnlich grössere Serpentinmassen begränzen. Andere Beobachtungen von Cordier, Scipion Gras und Elie de Beaumont haben diese Beziehungen bestätigt, und zugleich auf die Ansicht geführt, dass **d i e s e** Variolite als dichte Varietäten des Gabbro zu betrachten seien.

Kleine Ablagerungen von **E k l o g i t** finden sich gar nicht selten in der unmittelbaren Nachbarschaft, ja zuweilen im Contacte und sogar mitten innerhalb des Serpentins. Müller hat die bestimmtesten Uebergänge zwischen beiden Gesteinen beobachtet, und gründet darauf die Ansicht, dass der Greifendorfer Serpentin in Sachsen ein metamorphosirter Eklogit sei.

Die Association des Serpentins mit **J a s p i s**, **H o r n s t e i n** und **e i s e n s c h ü s s i g e n Q u a r z g e s t e i n e n** ist zwar nicht gerade sehr häufig, aber um so merkwürdiger, weil sie zwischen zwei Gesteinen von so heterogener Natur Statt findet; sie erinnert an das gleichfalls häufige Zusammen-Vorkommen des Grünsteins mit Kieselschiefer und Lydit.

Leopold v. Buch machte schon im Jahre 1797 auf das Vorkommen eines von funkelnden Quarzkrystallen durchdrusten bräunlichrothen Jaspis und grauen Hornsteins neben dem Serpentine des Lehrberges bei Hausdorf in Schlesien aufmerksam; Vers. einer min. Beschr. von Landeck, S. 18. Später wurde durch Al. Brongniart die merkwürdige Verknüpfung von Serpentin und Gabbro mit deutlich geschichtetem, aber ausserordentlich zerklüftetem Jaspis in Ligurien hervorgehoben, und für ein so gesetzmässiges Verhältniss gehalten, dass er den Jaspis als ein wesentliches Glied der Ophiolithformation einführen zu müssen glaubte; *Ann. des mines, t. VI*, 1821, *p.* 179 f. Dagegen wurden später von Pareto und Boué diese Jaspisgebilde für veränderte Sandsteine und Schieferthone der Macignoformation erklärt, welche Ansicht sehr allgemeinen Eingang fand, und noch gegenwärtig von vielen ausgezeichneten Geologen festgehalten wird. Dass auch die Serpentine auf der Insel Elba und in Griechenland mit Jaspis und Hornstein vergesellschaftet sind, haben die Beobachtungen von Fr. Hoffmann so wie von Virlet und Boblaye gelehrt, und Boué erkannte in der Türkei an sehr vielen Puncten dieselben Verhältnisse; *Esquisse géol. de la Turqie d'Europe*, 1840, *p.* 121 ff. — Kupffer berichtete 1829, dass der Serpentin des Berges Uschkul bei Anninsky am Ural von grauem splittrigem Hornsteine überragt werde, und Boué giebt an, dass man auch in Oesterreich, bei Waidhofen und Ipsitz, Jaspis in der Nähe des Serpentins antrifft, so wie nach v. Holger bei Felling, in der Gegend von Krems, der Serpentin von verschiedentlich gefärbten Hornsteinen begleitet wird. — Delanoue giebt die Notiz, dass bei Fressengeas unweit Nontron (Dordogne) aus dem Gneisse Serpentin hervortritt, welcher von einem völlig ungeschichteten, buntfarbigen, aus Jaspis und Hornstein gebildeten Gesteine bedeckt wird.

Rechnet man nun hierzu die merkwürdigen Erscheinungen, welche in Sachsen bei Hohenstein, an dem Südrande des Granulitgbirges vorliegen, wo der mächtige Tirschheimer Serpentingang fast ununterbrochen von eisenschüssigem Quarzbrockenfels begleitet wird, und das Vorkommen bei Obergruna unweit Freiberg, wo gleichfalls unmittelbar an den Serpentin eine Ablagerung ähnlicher Gesteine angränzt, so möchte man wohl in dieser nicht seltenen Association des Serpentins mit quarzigen Gesteinen einen gewissen Causalzusammenhang anerkennen. Wie aber dieser Causalzusammenhang eigentlich zu denken ist, dafür giebt uns das äusserst interessante Vorkommen einen Fingerzeig, welches Hamilton von Monte Rufoli in Toscana beschreibt. Der Serpentin ist dort sehr verbreitet, und sehr reich an Chalcedon und Achat, welche gewonnen und in Florenz verarbeitet werden. Diese kieseligen Mineralien bilden theils kleine unregelmässige Adern, theils grössere Gänge, welche wie Mauern ein paar Fuss hoch über den Serpentin herausragen, aber nicht tief hinabreichen; andere Massen sind auf der Oberfläche des Serpentins ausgebreitet, und überlagern ihn gerade so, als ob sie oberflächliche Ausbreitungen der mächtigeren Gänge wären; sie zeigen eine grosse Manchfaltigkeit von cavernosem, nierförmigen, verschiedentlich gefärbten Chalcedon, Karneol, Achat und Opal. Hamilton erklärt diese Bildung, gewiss sehr richtig, als das Product heisser Quellen, welche durch den Serpentin hervorbrachen. *Quart. Journ. of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 293. Wenn wir auch vielleicht über die geschichteten Jaspise Oberitaliens die Vermuthung nicht zurückweisen können, dass sie von den Serpentinen ganz unabhängige,

kieselschieferähnliche Sedimentschichten sind, so müssen wir doch für die übrigen Vorkommnisse unsere schon früher ausgesprochene Ansicht wiederholen: „dass die Serpentin-Eruptionen wahrscheinlich in vielen Fällen den „Weg für kieselreiche Mineralquellen geöffnet haben, durch welche diese kie„seligen Gesteine theils ursprünglich, theils aus der Umbildung anderer Ge„steine entstanden sein mögen." Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, V, 1845, S. 72 Anm.

Noch haben wir des Gabbro rosso von Savi, als eines in Oberitalien und auf Elba gar nicht seltenen Begleiters der Serpentine zu gedenken, über dessen eigentliche Natur die Ansichten noch getheilt sind. Fr. Hoffmann beschrieb ihn von Monte Catini als einen dunkelrothen, groberdigen und rauhen, harten Thonstein; von Rio auf Elba als einen röthlich und grün gefleckten Thonstein mit unvollkommen kugeliger Absonderung; und von Porto Lungone ebendaselbst als ein dichtes, aussen schmutzig ockerrothes, innen schwärzlichgrünes Gestein voll kleiner heller Flecke, welches weiterhin in schmutzig braunen, grüngefleckten Thonstein voll grüner Körner und Blättchen übergeht.

Die wichtigste Gegend seines Vorkommens ist nach Hamilton das bereits genannte Monte Catini, und die Bergkette, welche sich von dort nach Castellina zieht. Der Gabbro rosso hat zwar viele Eigenschaften eines eruptiven Gesteins, soll sich aber nach Savi und Hamilton bei genauerer Untersuchung als eine metamorphische Bildung erweisen. Er ist röthlichbraun, entweder weich und thonsteinähnlich, oder hart und kieselig, und besteht aus grossen, 2—3 Fuss im Durchmesser haltenden, unregelmässigen concentrisch schaligen Sphäroiden, welche anfangs sehr hart sind, an der Luft aber zerbrechlich werden, und dabei eine nierförmige oder knollige Oberfläche entwickeln; die Zwischenräume dieser Sphäroide werden von rothem, grünem und weissem Thon erfüllt, während ausserdem das ganze Gestein von Kalkspathadern durchschwärmt wird. Diese merkwürdige Felsart erscheint immer im Contacte und in der nächsten Umgebung des Serpentins; bei M. Catini bedeckt und umgiebt sie eine Serpentinkuppe, von welcher aus ein Gang durch sie aufsteigt; an der Gränze beider Gesteine, theils im Gabbro rosso, theils und noch öfter im Serpentine kommen die dortigen Kupfererze in Trümern und Nieren vor.

Murchison giebt eine ganz ähnliche petrographische Beschreibung des Gabbro rosso, hebt die meist sehr ausgezeichnete variolitische Structur (als Ursache der knotigen Oberfläche der Kugelschalen) hervor, und theilt einige Lagerungsverhältnisse aus der Gegend von Civita-Castellina mit, aus welcher er folgert, dass das Gestein keine metamorphische, sondern eine eruptive Bildung sei, wie diess schon früher von Pilla behauptet wurde. *Quart. Journ. VI*, 1850, *p*. 374 ff.

B. Gabbro und Hypersthenit.

§. 344. *Gabbro oder Euphotid.*

Die petrographischen Verhältnisse des Gabbro sind bereits im ersten Bande S. 588 f. geschildert worden, weshalb wir es hier nur noch mit seinen geotektonischen Verhältnissen zu thun haben.

Nur in Betreff des feldspathigen Gemengtheils ist noch eine Bemerkung nachzuholen. Th. Saussüre und Boulanger fanden im Saussürit nur 44 p. C. Kieselsäure, was, dafern diess Mineral wirklich ein Feldspath wäre, auf Anorthit verweisen würde. Dagegen fand Delesse in dem krystallinischen und spaltbaren Feldspathe aus dem Gabbro vom Mont-Genèvre und von Odern beziehendlich 49,7 und 55 p. C. Kieselsäure, was sich mehr dem Labrador nähert. Es scheint daher, dass die Feldspathe des Gabbro in ihrer chemischen Zusammensetzung zwischen dem Anorthit und Labrador schwanken. Eine auffallende Erscheinung bleibt das hohe specifische Gewicht des Saussürit, welches nach Saussüre 3,318 — 3,389 betragen soll, und an Zoisit erinnert; merkwürdig ist auch der von Delesse in dem Gabbro-Feldspathe nachgewiesene, und auf 2,5 p. C. veranschlagte Wassergehalt, so wie der geringe Gehalt von Carbonaten, welche vorwaltend aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehen, und in Folge der Zersetzung gebildet sein dürften. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. VI*, *p.* 547, und *Ann. des mines*, *t. XVI*, 1849, *p.* 323 f.

Der Gabbro ist nicht gänzlich entblöst von Erzlagerstätten. In den französischen Alpen soll er Magneteisenerzstöcke enthalten, und bei Dobschau in Ungarn finden sich nach Beudant sehr reiche Stöcke und Nester von Kupfererzen, von Kobalt- und Nickel-Erzen. Auch soll nach Hawkins der alte berühmte Kupferbergbau auf der Insel Cypern im Gabbro betrieben worden sein.

Durch die Verwitterung geht er bisweilen in eine weiche, geschmeidige Masse über, welche als Walkerde benutzt werden kann; Rosswein in Sachsen, Riegersdorf in Schlesien. Die schöneren Varietäten liefern ein zu architektonischen Ornamenten vorzüglich geeignetes Material, und der Verde di Corsica ist den Archäologen und Künstlern in dieser Hinsicht bekannt. Auch liefert der Gabbro wegen seiner Zähigkeit und Härte einen trefflichen Pflasterstein, und ein grosser Theil von Wien ist mit Gabbro gepflastert, welcher von Langenlois bei Krems zugeführt wird. Am Monte Ferrato bei Prato werden auch Mühlsteine aus Gabbro gehauen.

Der Gabbro bildet mächtige Stöcke und unbestimmt-massige Gebirgsglieder, welche oft in schroffen steilen Bergen, z. Th. in nackten Felsmassen aufragen, nach unten aber mit gangartigen Gebirgsgliedern zusammenhängen dürften. Diese Stöcke sind da, wo ihrer mehre beisammen vorkommen, theils reihenförmig gruppirt, theils sporadisch vertheilt. Grössere und weit ausgedehnte Ablagerungen, nach Art der Granite oder Basalte, hat man bis jetzt am Gabbro noch nicht

kennen gelernt. Deutliche Gänge sind ebenfalls nicht häufig beobachtet worden; doch werden dergleichen sehr bestimmt aus Cornwall erwähnt.

So setzen z. B. in Coverack-Cove, nach Rogers, ausgezeichnete Gabbrogänge im Serpentin auf, was De-la-Beche bestätigt, indem er noch andere dergleichen Gänge von Careglooz und Landewednak erwähnt, welche durch den Hornblendschiefer in den darüber liegenden Serpentin hinaufsetzen. Hieraus folgt zugleich, dass der dortige Gabbro etwas jünger sein müsse, als der Serpentin. — Boué nimmt an, dass mehre, langgestreckte und mit Serpentin verbundene Gabbromassen Liguriens, wie z. B. jene von Cravignola, als mächtige Gänge im Apenninensandstein gedeutet werden müssen. Ob der von Nöggerath in der Grauwacke bei Ehrenbreitstein beobachtete Gabbrogang wirklich aus Gabbro, und nicht vielmehr aus Diabas besteht, diess dürfte wohl noch durch eine genaue petrographische Untersuchung zu entscheiden sein. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 363.

Der Gabbro zeigt fast keine andere, besonders auffällige geognostische Association, als diejenige mit Serpentin; diese scheint aber so wesentlich zu sein, dass man selten Gabbro ohne Serpentin beobachten wird; desungeachtet aber möchten beide Gesteine nicht immer für völlig gleichzeitige Bildungen zu halten sein. Dass auch in manchen Gegenden, wie z. B. im Dauphiné und in Savoyen, mit dem Gabbro eigenthümliche Variolite verbunden sind, welche als dichte Varietäten desselben betrachtet werden, diess ist bereits oben S. 443 erwähnt worden.

Die Eruptions-Epochen des Gabbro, deren wohl, eben so wie für den Serpentin, verschiedene anzunehmen sein dürften, mögen nicht gerade genau mit denen des Serpentins zusammenfallen, sondern denselben entweder unmittelbar vorausgegangen oder gefolgt sein. Bei Pietra-Mala liegt der Serpentin in horizontaler Ausbreitung über einer, gleichfalls horizontal ausgedehnten Gabbromasse; hier scheint also der Gabbro dem Serpentine vorausgegangen zu sein. Dagegen ist es für den Cornwaller Gabbro erwiesen, dass er auf den Serpentin gefolgt ist. Auch möchte ein ähnliches Verhältniss in Schlesien und Ungarn anzunehmen sein, wo der Gabbro in hohen steilen Bergen über den in der Tiefe liegenden Serpentin aufzuragen pflegt.

Dass übrigens das Alter des Gabbro verschieden sei, dass sich also seine Eruptionen zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben müssen, diess ergiebt sich daraus, dass z. B. der Gabbro des Harzes nach Germar und Hausmann von Granitgängen durchsetzt wird, und folglich älter ist, als der dortige Granit*), während der Gabbro Oberitaliens erst nach der Periode der Kreide-

*) Dagegen jünger, als die dortige Uebergangsformation, da der Gabbro am Radauberge Fragmente eines quarzitähnlichen Sandsteins mit Petrefacten umschliesst. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 35.

formation hervorgetreten sein kann. Dagegen ist der Gabbro auf den Shetlandsinseln nach Macculloch sehr innig mit Gneiss, Glimmerschiefer und anderen Gesteinen der primitiven Formation verbunden, was auch mit dem flasrigen und schiefrigen Gabbro bei Siebenlehn in Sachsen der Fall sein dürfte.

§. 345. *Hypersthenit.*

Wegen der petrographischen Verhältnisse dieses Gesteins verweisen wir auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 590 mitgetheilt worden ist.

Von untergeordneten Erzlagerstätten und sonstigen Mineralbildungen ist zu erwähnen, dass die weitausgedehnte Hypersthenit-Ablagerung, welche im Staate New-York fast die ganze Grafschaft Essex bildet, sehr reich an Magneteisenerzstöcken ist, von denen Emmons vermuthet, dass sie die grössten Lagertätten dieses Erzes im Gebiete der vereinigten Staaten sein dürften. Auch finden sich dort untergeordnete Massen von Kalkstein.

In Moriah breitet sich ein solcher Stock von Magneteisenerz über einen Flächenraum von 30 bis 40 Ackern aus, und von Schroon aus lässt sich ein Lager 10 Engl. Meilen weit verfolgen; übrigens hält Emmons diese Lagerstätten (und gewiss mit Recht) für gleichzeitige Bildungen mit dem Hypersthenit, da das Erz bald in förmliche Stöcke zusammengehalten, bald im Gesteine zerstreut ist, in welchem es auch ausserdem häufig als accessorischer Gemengtheil vorkommt. Der Kalkstein soll stets in Gängen (*veins*) vorkommen; er ist grobkörnig, enthält Wollastonit, Amphibol, Pyroxen, Vesuvian, Apatit und andere Mineralien, und wird von Emmons für eine eruptive Bildung gehalten.

Der Hypersthenit widersteht der Verwitterung ausserordentlich hartnäckig, weshalb er in grösseren Ablagerungen schroffe, nackte Felsen und imposante Berge mit zackigen Gipfeln bildet, an deren Fusse gewaltige Trümmerhalden aufgeschüttet sind, so dass das Ganze eine furchtbar wilde und öde Scenerie darbietet, deren Eindruck noch durch das dunkle Colorit des Gesteins erhöht wird; (Cuchullin und Blaven auf Sky). Der Hypersthen selbst verwittert weit weniger als der Labrador; daher erscheint die Oberfläche der Felsen durch die hervorragenden Hypersthenkörner so knotig und höckerig, dass man selbst auf sehr steilen Abhängen sicher Fuss fassen und gehen kann.

Der Hypersthenit bildet theils mächtige Stöcke und kuppenartig aufsteigende Ablagerungen, theils ausgezeichnete und unzweifelhafte Gänge, theils wohl auch deckenartige Gebirgsglieder, wie z. B. im Staate New-York, wo er sich über einen Raum ausdehnt, dessen Länge von Port Kent bis Minerva reicht, während seine Breite mindestens 30 Engl. Meilen beträgt. An der eruptiven Natur des Gesteins kann

kann sonach gar nicht gezweifelt werden, wie denn schon seine mineralische Zusammensetzung und der absolute Mangel an Schichtung jeden Gedanken an eine andere Entstehungsart zurückweisen.

Die Gänge sind besonders in Sachsen (bei Penig), am Harze und auf der Insel Sky beobachtet worden, auf welcher letzteren sie in grosser Anzahl und in unmittelbarem Zusammenhange mit mächtigen Kuppen und Decken des Gesteins vorkommen. Wo nur dort der Hypersthenit an andere Gesteine, z. B. an Syenit oder Lias, angränzt, da geht seine grobkörnige Textur in feinkörnige und dichte Textur über; daher werden auch die Gänge meistentheils nur von feinkörnigen und dichten Varietäten gebildet.

Wesentliche Associationen des Hypersthenits mit anderen Gesteinen sind wohl noch nicht nachgewiesen worden; doch scheint er in sehr nahen Beziehungen zu Gabbro und Serpentin zu stehen. So erwähnt Lyell, dass der grosse Serpentingang, welcher in Forfarshire den *Old red sandstone* durchsetzt, stellenweise einzelne Massen von Hypersthenit umschliesst, welcher dem von der Insel Sky ganz ähnlich ist. Ein Gegenstück hierzu liefert das Vorkommen bei Old-Radnor in England, wo nach Murchison ausgezeichneter Hypersthenit den Wenlockkalkstein durchbrochen hat, und im Contacte von Serpentinstreifen begleitet wird. *The Silurian System, p.* 320.

Die Eruptions-Epochen des Hypersthenites scheinen nicht überall in dieselbe Zeit gefallen zu sein; doch ist bis jetzt wohl nur die Epoche desjenigen von der Insel Sky mit einiger Sicherheit zu bestimmen. Dort setzen nämlich die Gänge des Hypersthenites durch die Schichten der Liasformation, welche auch von den ausgedehnteren Bergmassen desselben Gesteins überlagert wird. Sonach ist auf Sky der Hypersthenit unzweifelhaft jünger als der Lias, und erst nach demselben hervorgebrochen; (v. Dechen und v. Oeynhausen in Karstens Archiv, I, S. 45). Ausserdem liegt er dort häufig auf Syenit und röthlichgelbem Porphyr; im Glen Sligachan ist nach Forbes diese Auflagerung auf meilenweite Distanzen sehr schön zu beobachten.

Andere Beziehungen sind in folgenden Erscheinungen gegeben. Am Loch Skavig und am Craigh-Dhu setzen nach v. Dechen und v. Oeynhausen viele Grünsteingänge*), so wie am Blaven eben dergleichen nebst Mandelsteingängen im Hypersthenite auf. Am Cuchullin beobachteten Macculloch und v. Dechen sehr scharf abschneidende Gänge eines blaulichgrauen, dichten oder erdigen Felsites, welche oft Fragmente von Hypersthenit umschliessen. Endlich giebt

*) Nach v. Dechen mögen wohl viele dieser Grünsteine nur Gänge von dichtem Hypersthenit sein, gerade so, wie feinkörnige Granitgänge im grobkörnigen Granit aufsetzen.

Boué kleine Gänge von Schriftgranit in demselben Gesteine an. — Dass der Hypersthenit von Penig in Sachsen, welcher daselbst einen Gang im Granulite bildet, einer älteren Periode angehört, als jener von Sky, diess ist wohl sehr wahrscheinlich. Der Hypersthenit der Höhnberge am Thüringer Walde dürfte nach Credner zwischen der carbonischen und permischen Formation gebildet worden sein. Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 275.

Siebenter Abschnitt.

Steinkohlen-Formation.

§. 346. *Einleitung; Unterscheidung der paralischen und limnischen Ausbildungsform.*

Die sowohl in technischer und nationalökonomischer, als auch in theoretischer und wissenschaftlicher Hinsicht so wichtige und interessante Steinkohlenformation wird im Allgemeinen durch ihre Lagerung, wie durch ihre organischen Ueberreste als die dritte der paläozoischen Formationen charakterisirt. Denn, wo die Reihenfolge dieser Formationen vollständig vorliegt, da erscheint sie über der devonischen und unter der permischen Formation, während ihre Fauna und Flora noch einen ganz entschiedenen paläozoischen Typus erkennen lassen, welcher gewissermaassen vermittelnd zwischen jenem der devonischen und der permischen Formation hervortritt.

Ihre Namen Steinkohlenformation (Schwarzkohlenformation), oder carbonische Formation (*formation houillère*, *carboniferous system)* verdankt sie dem gesetzmässigen und daher fast niemals fehlenden Vorkommen von Steinkohlenflötzen, welche bisweilen über so grosse Flächenräume ausgedehnt sind, und in so vielfacher Wiederholung über einander liegen, dass man wohl zu der Folgerung berechtigt ist, es habe zu keiner Zeit auf unserem Planeten eine gleich üppige Vegetation bestanden, als während der Bildungsperiode dieser Formation. Wie viele Myriaden von Jahren aber diese Periode gewährt haben mag, diess lässt sich ungefähr ermessen, wenn wir bedenken, welche Zeit ein Hochwald zu seiner vollständigen Entwickelung bedarf, und wie viele Hochwaldbestände zur Bildung eines einzigen, mehre Fuss mächtigen Kohlenflötzes erforderlich gewesen sein müssen, während doch in manchen Kohlenbassins mehr als hundert dergleichen, durch Sandstein und Schieferthon abgesonderte Flötze über einander nachgewiesen worden sind.

Die dritte paläozoische Periode muss daher eine lange Reihe von Jahrtausenden gedauert, und ihre Vegetation muss in manchen Gegenden diesen ganzen Zeitraum hindurch fortgewuchert haben, während sie in anderen Gegenden nur dann und wann die zu ihrem Gedeihen erforderlichen Bedingungen vorgefunden zu haben scheint. — Wie aber niemals und nirgends gewaltsame Sprünge in dem Entwickelungsgange der Natur anzunehmen sind, so lässt sich wohl auch voraussetzen, dass jene Verhältnisse, Zustände und Bedingungen, deren Resultate wir in der Steinkohlenformation niedergelegt finden, nicht plötzlich eingetreten oder verschwunden seien. Vielmehr findet ein Anschliessen der Steinkohlenformation einerseits an die devonische, anderseits an die permische Formation Statt, und wir begegnen daher sowohl in manchen jüngeren Ablagerungen der devonischen, als auch in manchen älteren Ablagerungen der permischen Periode solchen Bildungen, welche eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den Bildungen der eigentlichen carbonischen Periode verrathen, von denen sie sich nur durch ihre Lagerung und durch den speciellen Charakter ihrer Fossilien unterscheiden lassen. — Wo also eine ununterbrochene und ungestörte Entwickelung der Steinkohlenformation aus und über der devonischen Formation Statt gefunden hat, wie in Westphalen, Belgien und in vielen Gegenden Englands, da wird es bisweilen schwierig sein, eine scharfe Gränze zwischen beiden Formationen zu ziehen, während solches dort immer möglich ist, wo der Entwickelungsgang der Natur unterbrochen wurde, indem nach der Bildung der devonischen Formation eine längere Pause eintrat, während welcher sie Aufrichtungen und Dislocationen erlitt, bis endlich der Absatz neuer Schichten erfolgte, welche dann schon entschieden das Gepräge der carbonischen Periode an sich tragen.

Bevor wir zur besonderen Betrachtung der Steinkohlenformation verschreiten, müssen wir eine merkwürdige allgemeine Verschiedenheit ihrer Ausbildungsweise hervorheben, durch welche für ihre verschiedenen Ablagerungen hinsichtlich der Ausdehnung, Zusammensetzung und Gliederung mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten herbeigeführt worden sind. Für viele, und, man kann wohl sagen, für die ausgedehntesten und mächtigsten Ablagerungen der Steinkohlenformation hat wenigstens die anfängliche Ausbildung auf flachem Meeresgrunde, längs der Küsten ehemaliger Continente und Inseln Statt gefunden, weshalb sie, namentlich in ihren unteren Etagen gewisse Gesteinsschichten und eine Menge von organischen Ueberresten umschliessen, welche dieser marinen Bildungsweise entsprechen. Andere und gewöhnlich beschränktere Ablagerungen sind dagegen in Landseen oder in Süsswasserbassins zur Ausbildung gelangt, und lassen daher keine Spur von marinen Fossilien, oder von sonstigen Beweisen einer Mitwirkung des Meeres erkennen. Obgleich nun auch jene ersteren Ablagerungen in ihren oberen Etagen gewöhnlich keine Zeichen einer submarinen Bildung an sich tragen, vielmehr dort den Ablagerungen der zweiten Art ganz ähnlich zu sein pflegen, so begründet doch diese Verschieden-

heit des Mediums, innerhalb dessen ihre Bildung eröffnet, wenn auch nicht immer vollendet wurde, theilweise eine so grosse petrographische und paläontologische Verschiedenheit, dass wir in der ganzen Ausbildungsweise der Steinkohlenformation einen zweifachen Typus anerkennen müssen. Wir unterscheiden daher die paralische und die limnische Ausbildungsweise derselben.

Elie de Beaumont hebt diesen Unterschied hervor in der *Explication de la carte géol. de la France*, *I*, *p*. 506; es seien, sagt er, zwei verschiedene Formen zu unterscheiden, von denen die eine, beschränkte, in abgeschlossenen Bassins, die andere, sehr ausgedehnte, an Meeresküsten gebildet wurde; jene habe daher einen mediterranen oder lacustren, diese einen pelagischen Charakter. Dasselbe Verhältniss wurde in dem Rapport über Burat's *Description du bassin houiller de Saône et Loire* in der Weise geltend gemacht, das man ein *terrain houiller de haute mer*, *et des lacs* unterscheiden müsse. *Comptes rendus*, *t*. 15, 1842, *p*. 206.

So liefern z. B. die Kohlenreviere Englands, Irlands, Belgiens, Westphalens, Russlands und Nordamerikas ausgezeichnete Beispiele des paralischen oder pelagischen Bildungstypus, wogegen die zahlreichen Steinkohlenbassins des inneren Frankreich und jene von Sachsen und Böhmen als limnische oder mediterrane Bildungen charakterisirt sind. Weil sich jedoch diese Verschiedenheit gewöhnlich nur in den unteren Etagen des ganzen Schichtensystems zu erkennen giebt, wo sie besonders durch das Dasein oder den Mangel des Kohlenkalksteins und anderer, mit marinen Fossilien erfüllter Schichten ausgedrückt ist, während die beiderlei Bildungen ausserdem eine grosse allgemeine Aehnlichkeit zeigen, so werden wir auch beide Typen gemeinschaftlich betrachten, und nur gehörigen Ortes die obwaltenden Verschiedenheiten hervorheben.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Steinkohlenformation.

§. 347. *Allgemeine Uebersicht.*

Als die wichtigsten Gesteine der carbonischen Formation sind unstreitig Sandstein und Schieferthon zu betrachten, welche das bei weitem vorwaltende Material der meisten Steinkohlen-Territorien ausmachen. Nächst ihnen spielen Conglomerate und, im Gebiete der paralischen Bildungen, Kohlenkalkstein und Dolomit eine sehr wichtige Rolle. Thonschiefer, Kieselschiefer, Quarzit und Hornstein sind nur hier und da, und zwar die beiden ersteren besonders in den tiefsten Etagen gewisser hierher gehöriger Schichtensysteme

nachgewiesen worden. Zu den mehr untergeordneten Materialien gehören zuvörderst die Steinkohlen selbst, welche, wie mächtig und zahlreich auch ihre Flötze sein mögen, doch im Allgemeinen nur einen geringen Bruchtheil des ganzen durch sie charakterisirten Schichtensystems ausmachen.

Noch untergeordneter und zum Theil nur als singuläre, in einzelnen Gegenden nachgewiesene Vorkommnisse erscheinen Brandschiefer, Alaunschiefer, Thonstein, Limnocalcit oder Süsswasserkalkstein, Gyps, Rotheisenerz und Brauneisenerz. Dagegen sind thoniger Sphärosiderit und Eisenkies als ein paar ziemlich allgemein vorhandene, wenn auch meist nur sehr untergeordnete Materialien zu erwähnen. Steinsalz möchte zwar in mehren Steinkohlenrevieren als eine untergeordnete Bildung vorauszusetzen sein, ist aber bis jetzt wohl kaum leibhaftig, sondern nur durch Soolquellen nachgewiesen worden. Die Kohlenbrandgesteine endlich, zu welchen besonders die gebrannten, gefritteten und verschlackten Schieferthone gehören, sind nur als eigenthümliche metamorphische Varietäten gewisser Sedimentgesteine zu betrachten, welche der Einwirkung brennender Kohlenflötze ausgesetzt waren.

Ausser den vorgenannten, durchaus sedimentären Materialien finden sich in mehren Territorien der carbonischen Formation auch noch plutonische oder eruptive Gesteine, welche den betreffenden Schichtensystemen in der Form von Gängen, Lagern oder mächtigen deckenförmigen Ablagerungen eingeschaltet sind, und in gegenwärtigem Abschnitte nur eine beiläufige Erwähnung finden können, da sie ganz anderen Formationen angehören, welche theils während, theils nach der Bildung der Steinkohlenformation in das Gebiet derselben eingegriffen haben.

§. 348. *Conglomerate, Sandsteine, Quarzit, Hornstein und Kieselschiefer.*

Conglomerate sind eine in vielen Territorien der Steinkohlenformation vorkommende Erscheinung, scheinen jedoch weit häufiger und mächtiger in den limnischen, als in den paralischen Bildungen aufzutreten. In manchen limnischen Kohlenbassins ist die ganze Formation mit bedeutenden Ablagerungen sehr grossstückiger, bald monogener, bald polygener Conglomerate oder Breccien eröffnet worden, deren Fragmente und Geschiebe gewöhnlich nicht sehr weit zugeführt sind, sondern von den nahe dabei anstehenden älteren Formationen abstammen. Diese groben klastischen Gesteine, welche als eigentliche Grundconglomerate die

tiefste Etage jener Bassins constituiren, sind meist sehr mächtig, oft recht undeutlich geschichtet, umschliessen, mit Ausnahme von seltenen Stammtheilen grösserer Pflanzen, gar keine organischen Ueberreste, enthalten in der Regel noch keine Kohlenflötze, und gehen durch fortwährende Verfeinerung ihrer klastischen Elemente in groben Sandstein über, mit welchem sie auch, zumal in ihren oberen Theilen, nicht selten wechsellagernd verbunden sind.

Die Geschiebe oder Gerölle derselben erscheinen mitunter zerbrochen, mit gegenseitig verschobenen, aber wiederum fest verkitteten Bruchstücken; in seltenen Fällen sind sie mit einem drusigen Ueberzuge von Quarz versehen, während die Quarzgerölle selbst bisweilen auf der Oberfläche wie geätzt und angefressen erscheinen.

In den paralischen Steinkohlenformationen gehören die Conglomerate zu den minder häufigen Erscheinungen, und wenn sie vorkommen, so sind es meist kleinstückige, und vorwaltend aus stark abgerundeten Geröllen von Quarz, Kieselschiefer, Lydit und anderen kieseligen Gesteinen bestehende Varietäten, also eigentliche Kieselconglomerate mit nuss- bis eigrossen Geröllen; (Westphalen, Belgien, Millstonegrit in England, am Donetz in Russland, Pennsylvanien, Maryland). Indessen giebt es doch manche limnische Kohlenbassins, in welchen die Conglomerate nur sehr untergeordnet gefunden, oder auch fast gänzlich vermisst werden; (Döhlener Kohlenbassin bei Dresden). Als eine seltenere Erscheinung ist es wohl auch zu betrachten, wenn eine mächtige Conglomeratbildung nicht als die unterste, sondern als die mittlere Etage eines Kohlenbassins auftritt; (Flöha in Sachsen, Frankreich, Pennsylvanien).

Für das Vorkommen von Grundconglomeraten mögen folgende Beispiele erwähnt werden. In Niederschlesien sind es oft mächtige Conglomerat-Ablagerungen, welche die tiefste Etage der dortigen Kohlenformation bilden. Bei Oslawan in Mähren wird nach v. Hauer und Hörnes die ganze auf Gneiss ruhende Steinkohlenformation mit einer 300 F. mächtigen Conglomeratbildung eröffnet. In vielen Steinkohlenbassins Frankreichs gehört diess zu den gewöhnlichen Erscheinungen, zum Beweise, dass die ganze Formation unter sehr gewaltsamen diluvialen Wirkungen begonnen hat; denn die Conglomerate sind bisweilen gigantisch grobstückig, wie am Aveyron, bei Sainte-Etienne und bei Epinac, an welchem letzteren Orte ein Schacht mehre Meter tief durch ein einziges colossales Geschiebe abgeteuft werden musste. Aehnliche grobe Conglomerate finden sich in dem Bassin von Ségure, und in anderen Gegenden; überall aber stammen ihre Geschiebe meistentheils aus der unmittelbaren Nachbarschaft. Diess ist besonders auffallend bei dem Grundconglomerate des Bassins von Sainte-Etienne und Rive-de-Gier; am ganzen Südostrande desselben, wo die Steinkohlenformation von Glimmerschiefer begränzt wird, besteht

auch das Conglomerat vorwaltend aus Fragmenten dieses Gesteins; am Westrande, wo sie auf Granit ruht, da findet sich wesentlich Granitconglomerat; am Nordrande endlich, wo Granit, Gneiss und Glimmerschiefer zugleich auftreten, da werden die sehr groben Conglomerate von Bruchstücken dieser drei Gesteine gebildet. Im Bassin von Decazeville (Aveyron) kommen z. Th. sehr grobe Granitconglomerate vor, welche zwischen Montbazens und Aubin aus lauter scharfkantigen, grossen Granitblöcken, mit äusserst wenig Bindemittel bestehen, so dass das Gestein fast nur wie ein zerklüfteter Granit erscheint; über diesem Conglomerate folgt zunächst ein, aus weissen, nuss- bis eigrossen Quarzgeröllen bestehendes Kieselconglomerat. Ueberdiess zeigt dieses Bassin die nicht so gar häufige Erscheinung, dass mitten in dem kohlenführenden Schichtensysteme, zwischen dem tiefsten Flötze und dem darüber folgenden Hauptflötze, nochmals eine 45 F. mächtige Ablagerung von Quarzconglomerat eingeschaltet ist. Auch bei Epinac liegen über den kohlenführenden Schichten, und sehr nahe über dem obersten Kohlenflötze grobe, polygene Conglomerate, welche von mächtigen Sandsteinmassen bedeckt werden; in dem Kohlenbassin von Alais aber wird bei Palmesalade und Bessège das ganze kohlenführende Schichtensystem durch zwei, 30—40 Meter mächtige Conglomerat-Einlagerungen in drei Etagen abgesondert.

Noch auffallender ist diess in dem kleinen Kohlenbassin von Flöha in Sachsen, dessen unterste Etage von Sandstein gebildet wird, auf welchen eine an 200 F. mächtige Etage eines äusserst groben Gneissconglomerats folgt, welches wiederum von einer Porphyrdecke überlagert wird, bis endlich eine obere Sandstein-Etage die ganze Bildung beschliesst. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II, 375.) Dieses Conglomerat umschliesst im Struthwalde nicht selten Geschiebe, welche mit schönen Quarzkrystallen überdrust sind. Aehnliche mit krystallinischem Ueberzuge versehene Geschiebe kommen nach v. Dechen im Saarbrücker Kohlengebirge vor. — Geätzte Quarzgerölle finden sich oft im sogenannten Millstonegrit, einer z. Th. conglomeratähnlichen Sandsteinbildung der englischen Steinkohlenformation; auch kennt man sie in dem Sandsteine des Kohlenbassins von Alais, und bei la-Magdeleine an den Ufern des Lot*).

Die Sandsteine der Steinkohlenformation, welche man wohl auch Kohlensandsteine (*grès houiller*) zu nennen pflegt, treten zwar in sehr verschiedenen Varietäten auf; doch pflegen graue, weisse und gelbliche, mehr oder weniger thonige und glimmerhaltige Quarzsandsteine bei weitem vorzuwalten. Rothe Sandsteine sind

*) Nach Dufrénoy; *les galets de quartz*, sagt er, *ont un aspect tout particulier; leur surface est miroitante, et comme moirée*; *on voit evidemment, qu'elle a été altérée par une action chimique quelconque, peutêtre celle du ciment, qui est silicieux. Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 285. Als eine Merkwürdigkeit mag noch erwähnt werden, dass das Grundconglomerat des Kohlenbassins von Alais nach Dumas Goldkörner enthalten soll. *Bull. de la soc. géol. 2. série, III, p.* 579.

wohl in einigen Territorien ziemlich verbreitet, gehören aber doch im Allgemeinen zu den minder häufigen Vorkommnissen. Manche polygene Sandsteine ähneln sehr den körnigen Grauwacken; andere erhalten durch reichlich beigemengte Feldspathkörner eine arkosartige Beschaffenheit; noch andere sind so krystallinisch ausgebildet, dass sie gar nicht mehr als klastische Gesteine betrachtet werden können, und einen Uebergang in Quarzit vermitteln. Die gröberen Varietäten des Kohlensandsteins gehen in feine Breccien und Conglomerate, die feineren und sehr thonigen Varietäten in sandigen Schieferthon über.

In der Regel sind die Kohlensandsteine fest und consistent, zumal wenn sie ein kieseliges Bindemittel haben, daher sie meist sehr brauchbare Bausteine und, bei scharfkörniger und poröser Ausbildung, auch treffliche Mühlsteine liefern; (Millstonegrit Englands). Wie aber schon manche, sehr thonige und glimmerreiche Sandsteine eine weiche und fast zerreibliche Beschaffenheit annehmen, so kommen auch hier und da ganz lockere, ja lose, durchaus incohärente Sandschichten vor. Sind die Glimmerschuppen in grosser Menge vorhanden, so bedingen sie eine ausgezeichnete Parallelstructur, und vermitteln Uebergänge in förmliche Sandsteinschiefer, welche bisweilen eben so an grobsandige Grauwackenschiefer erinnern, wie die körnigen Sandsteine an Grauwacke. Discordante Parallelstructur (I, 486) ist eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung; dasselbe gilt von den Wellenfurchen auf der Oberfläche der Sandsteinschichten (I, 507), wogegen Thierfährten und Flossenspuren nur selten beobachtet worden sind. Von Pflanzenresten kommen zumal gröbere, stammartige Theile nicht so gar selten vor, doch gewöhnlich nur in Abdrücken und Steinkernen, mit mehr oder weniger deutlicher Kohlenrinde, bisweilen auch verkieselt. Die Sandsteine der paralischen Steinkohlenformationen umschliessen auch zuweilen Abdrücke und Steinkerne von marinen Conchylien; (Bristol, Irland, Bäreninsel).

Von mineralischen Accessorien sind Eisenkies und Steinkohle ziemlich häufig; Kaolin bildet oft einen bedeutenden Theil des Bindemittels; zwischen Massul und Asterabad in Persien soll nach Woskoboinikow der Kohlensandstein oft Körner von Magneteisenerz umschliessen; bei Carmeaux in Frankreich finden sich bisweilen Geoden von Baryt, und bei Oberwiesa in Sachsen Trümer und Nester, welche krystallisirten Quarz, Orthoklas und Flussspath führen.

Während röthlichgraue und hellrothe Sandsteine in vielen Kohlenbassins (in Sachsen z. B. bei Zwickau, im Struthwalde, so wie bei Oberwiesa) bekannt sind, so finden sich dagegen durch Eisenoxyd dunkelroth gefärbte Sandsteine in England bei Bristol und im Forest of Dean, in vielen Gegenden

von Shropshire, zwischen Monkley und Alwington, so wie bei Tiverton in Devonshire, in Frankreich am ganzen Südostrande des Bassins von Rive-de-Gier, in Mähren bei Oslawan. Auch in Nordamerika sind im Staate Pennsylvanien die unter dem Anthracite liegenden Sandsteine und Schieferthone roth, während nach Dawson in Neuschottland dasselbe mit den Sandsteinen der oberen Abtheilung der Kohlenformation der Fall ist.

Arkosähnliche Sandsteine kennt man in vielen Kohlenrevieren; eine ausgezeichnete Varietät der Art beschreibt Dufrénoy von la-Magdeleine am Lot; sie besteht aus Feldspath, stark glänzenden Quarzkörnern und Glimmer, und erscheint fast wie ein krystallinisches Gestein. Besonders da, wo die Formation auf Granit liegt, sind ihre tiefsten Sandsteine oft vorwaltend aus den Elementen des zerstörten Granites gebildet; so z. B. bei St. Hippolyte in den Vogesen, wo ein kleines Bassin im Granite liegt, welcher nach oben zu Grus aufgelöst ist, und ohne eine bemerkbare Gränze in den Sandstein übergeht; sogleich mit diesem Granitgruse erscheinen auch schmale Lager von Schieferthon und kleine Kohlenflötze. Auch bei Aubin (Aveyron), bei Autun und Epinac besteht der Kohlensandstein oft nur aus Granitschutt, und in dem Kohlenterritorium am Donetz in Südrussland erscheint der Sandstein längs der Gränze gegen den Granit nicht selten selbst granitähnlich, gewöhnlich aber als ein aus Quarz, Feldspath und Kaolin bestehender Arkos.

Aeusserst krystallinische Sandsteine sind nahe bei Edinburgh, und von mehren Puncten im Gebiete des Millstonegrit Englands bekannt. Auch in Ohio, Virginien und den angränzenden Staaten ist es ein weisser, krystallinischer, zuckerartig körniger Sandstein, aus welchem die reichsten der dortigen Soolquellen erlangt worden sind. Sehr lockere Sandsteine dagegen, ja förmliche Schichten von Triebsand finden sich z. B. in Oberschlesien, und bei Jaworzno unweit Krakau, wo nach v. Hauer über dem mächtigen Kohlenflötze ein ungemein weicher Sandstein ansteht, der an der Luft zu feinem Sande zerfällt, welcher die ganze Gegend weit und breit wie eine Wüste bedeckt; Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. 1850, S. 170. Auch am Waldai in Russland bildet loser, mit Stigmarien erfüllter Sand eine 30 F. mächtige Ablagerung, und in dem grossen Bassin von Moskau treten ebenfalls Schichten auf, welche so lose wie Dünensand sind. Im Kenawha-Thale in Virginien aber liegt nach Hildreth, mitten innerhalb der Steinkohlenformation, eine 150 F. mächtige Etage eines äusserst weichen und fast zerreiblichen Sandsteins, welcher in Folge seiner Weichheit die seltsamsten und abenteuerlichsten Felsformen geliefert hat.

Eigentliche Quarzite sind nur selten beobachtet worden, obgleich die Kohlensandsteine bisweilen eine quarzitähnliche Beschaffenheit annehmen; (Unterste Etage der Kohlenformation in Belgien, Millstonegrit bei Bristol, und zwischen Atherstone und Nuneaton in Warwickshire). Bei Saint-Priest, im Kohlenbassin von Sainte-Etienne, ragt aus dem Kohlensandsteine eine Kuppe von Quarzit hervor, welcher gegen den Sandstein hin in ein graues und schwarzes, poroses Kieselgestein übergeht, auf dessen Cavitäten sich klare Quarzkrystalle und Barytkrystalle vorfinden.

Dieser viel besprochene Hornstein und Quarzit von Saint-Priest ist wohl als das Product einer durch Mineralquellen bewirkten Verkieselung des Sandsteins zu betrachten (I, 811), welcher Ansicht auch Dufrénoy ist, während Andere eine pyrogene Veränderung voraussetzen, und Leymerie sogar eine Schmelzung des Sandsteins durch die Centralhitze, oder auch eine *éruption quartzeuse* vermuthete.

Häufiger treten Hornstein und Kieselschiefer in einzelnen Schichten oder Schichtensystemen auf; namentlich ist der Kieselschiefer, welcher oft als Bandjaspis erscheint, in der unteren, der devonischen Formation unmittelbar aufliegenden Etage mehrer Territorien der Steinkohlenformation bekannt; (Westphalen, Belgien, Nordamerika).

So wird in Flintshire der Kohlenkalkstein von einer sehr mächtigen Kieselschiefer-Ablagerung bedeckt, welche daselbst den Millstone oder flötzleeren Sandstein zu vertreten scheint. In Irland wechselt nach Weawer der Kohlenkalkstein häufig mit Lydit und Kieselschiefer; dasselbe ist der Fall mit dem Kohlenkalksteine in Kentucky und in anderen Staaten Nordamerikas. Im Steinkohlengebirge Belgiens gehen nach Omalius d'Halloy die feineren Sandsteine nicht selten in förmlichen Kieselschiefer über, und nach Dumont und v. Dechen wird dort, eben so wie in Westphalen, die unterste Etage der carbonischen Formation vorwaltend mit von Kieselschiefer und Jaspis gebildet. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich nach Murchison und Sedgwick in Devonshire, wo die Formation mit schwarzen Schiefern beginnt, welche weiter aufwärts von schwarzen, dünnschichtigen, tesseral zerklüfteten, auf den Klüften oft mit Kohlenpulver überzogenen, oder, wo der Kohlenstoff fehlt, von hellgrau und sonst verschiedentlich gefärbten Kieselschiefern überlagert wird, in denen bei Barnstaple der bekannte Wawellit vorkommt. Etwas Aehnliches findet nach Verneuil im Staate Tennessee Statt, wo die Formation, wie in den meisten inneren Staaten Nordamerikas, mit glimmerigem Sandsteine beginnt, welcher jedoch in Tennessee häufig durch Hornstein und Kieselschiefer vertreten wird.

Wahrscheinlich gehört auch zur Steinkohlenformation Nordamerikas eine sehr merkwürdige, von Hildreth unter dem Namen *the great silicious deposit* beschriebene kieselige Bildung des Staates Ohio. Von Coshocton County zieht sich dieselbe an der Westgränze der Formation, durch die Grafschaften Licking, Muskingum, Perry, Hocking und Jackson bis Scioto, ja wahrscheinlich bis nach Kentucky, also über 30 geogr. Meilen weit fort, und erlangt in Muskingum und Jackson an der Oberfläche eine Breitenausdehnung von einer geogr. Meile. Ihr Gestein hat eine sehr verschiedene Beschaffenheit; bald ist es zellig oder tubulos, wie wurmstichig, und daher besonders brauchbar zu Mühlsteinen; bald, wie am Hocking river, ist es zerreiblich, und erscheint als ein feines, kreideweisses oder gelbes Pulver. In Muskingum und im nördlichen Theile von Perry stellt es einen sehr buntfarbigen, z. Th. leicht spaltbaren Hornstein dar, aus welchem die Ureinwohner Messer, Pfeilspitzen u. a. Dinge gefertigt haben, daher viele tausend Löcher den Boden auf meilenweiten Strecken verunstalten. Schöner krystallisisirter Quarz und Chalcedon-

Adern durchziehen diesen Hornstein, in welchem auch grosse Nester von Baryt häufig vorkommen, die Conchylien aber theils in Chalcedon, theils in klaren krystallinischen Quarz verwandelt sind. Dieses Hornsteinlager ist meist nur 8 bis 10 F. mächtig, wird aber oft viel mächtiger, ist in mehre Bänke abgesondert, und stark zerklüftet. Hildreth hält es für das Product heisser Quellen, welche auf dem Grunde des alten Oceans hervorbrachen, und die Kieselerde absetzten. *The Amer. Journal of sc. vol.* 29, 1835, *p.* 142 f. — Ein ähnliches Hornsteinlager ist in der Steinkohlenformation von Ohio an vielen Orten mit Bohrlöchern durchsunken worden, welche zur Erlangung von Soolquellen gebohrt wurden; dieses Hornsteinlager, welches bei Mac-Connelsville zu Tage ausstreicht, ist so hart, dass die Bohrarbeit gar häufig mit 8000 Stössen nur einen Zoll vorrückt. Hildreth gedenkt auch aus dem Kenawha-Thale in Virgien einer 5 bis 8 F. mächtigen, schwarzen Kieselschieferschicht, welche unmittelbar ein Kohlenflötz bedeckt, über einen Raum von 2000 Engl. Quadratmeilen verbreitet ist, und den Ureinwohnern das Material zu ähnlicher Benutzung geliefert hat, wie das vorhin erwähnte Hornsteinlager. — Auch im Döblener Kohlenbassin unweit Dresden kennt man mehre Hornsteinlager, von welchem das eine, bis 2 Fuss mächtige eine flintähnliche Beschaffenheit hat, und bei Schweinsdorf fast unmittelbar über einem Kohlenflötze liegt. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft V, S. 296.

§. 349. *Schieferthon*, *Alaunschiefer*, *Brandschiefer*, *Thonstein*.

Nachdem wir uns im vorigen Paragraph mit den psephitischen, psammitischen und kieseligen Gesteinen der carbonischen Formation beschäftigt haben, wenden wir uns jetzt zur Betrachtung ihrer pelitischen und schiefrigen Gesteine, als welche besonders Schieferthon und Thon, Thonschiefer, Alaunschiefer, Brandschiefer und Thonstein zu erwähnen sein dürften.

Der Schieferthon, nächst dem Sandsteine das vorwaltendste Material der Steinkohlenformation, gewinnt auch deshalb eine ganz besondere Bedeutung, weil er der treue und unmittelbare Begleiter der Steinkohlenflötze so wie das hauptsächliche Repositorium der schönsten Pflanzenreste und des thonigen Sphärosiderites zu sein pflegt.

Obwohl graue Farben die herrschenden des Schieferthones sind (I, 700), so kommen doch auch anders gefärbte, namentlich schwarze, braune, lavendelblaue, berggrüne und rothe Varietäten vor, welche letztere jedoch, wie die buntfarbigen Schieferthone überhaupt, wohl richtiger als Schieferletten (I, 700) zu bezeichnen sein dürften. Wie vollkommen übrigens die, durch kleine, oft mikroskopische Glimmerschuppen bedingte schiefrige Structur des Gesteins erscheinen mag, so ist solche wohl stets als normale, und niemals als transversale Schieferung aus-

gebildet*). Wenn die Glimmerschuppen sehr sparsam vorhanden sind, oder gänzlich fehlen, so erscheint auch das Gestein als ein blosser Thon oder Letten, und gar nicht mehr als eigentlicher Schieferthon. Uebrigens entwickeln sich die Schieferthone oft ganz allmälig aus den sehr feinkörnigen thonigen Sandsteinen, in welche sie daher auch sehr gewöhnlich übergehen.

„Schieferthon ist das reine, von allen Sandkörnern befreite Bindemittel des Kohlensandsteins", sagte v. Oeynhausen in seinem Versuche einer geognostischen Beschreibung von Oberschlesien (1822, S. 119), und für die feinsten Varietäten möchte wohl auch diese Ansicht ganz richtig sein, sobald die Glimmerschuppen mit zu dem Bindemittel des Sandsteins gerechnet werden; die meisten Varietäten enthalten aber auch viele feine Sandkörner.

Rothe Schieferthone sind nach Murchison und Sedgwick nicht selten in der oberen Abtheilung der Kohlenformation von Devonshire, wo sie in Begleitung der rothen Sandsteine auftreten; auch im Kohlenbassin von Rhodez in Frankreich erscheinen nach Elie de Beaumont die Schieferthone bisweilen so roth, wie die Schieferletten der Buntsandsteinformation. Besonders häufig kommen sie nach Weawer und H. Rogers im Gebiete der Nordamerikanischen Anthracitformation vor, wo z. B. in Pennsylvanien fast jedes Bassin von einem aus rothem Sandstein und Schieferthon gebildeten Schichtensysteme getragen wird; diese Schieferthone sind oft ganz erfüllt von haselnussgrossen, ovalen Concretionen eines blaulichgrauen Kalksteins, und gehen bisweilen in förmlichen Schieferkalkstein über. Nach Dawson treten auch in der oberen Abtheilung der Steinkohlenformation von Neuschottland, zugleich mit rothen Sandsteinen, rothe Schieferthone auf, welche oft Abdrücke von Fucoiden enthalten. Eben so bilden nach Gümbel rothe und bunte Schieferthone die oberste Etage des Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirges.

Wie in Russland der Sandstein oft durch losen Sand, so wird auch bisweilen der Schieferthon dort durch gewöhnlichen Töpferthon ersetzt; so finden sich nach Eichwald an der Krupitza und Prikscha unter dem Kohlenkalksteine mächtige Lager von Thon, mit Stigmarien und Kohlenflötzen, und auch im Bassin von Moskau wird der Schieferthon oft durch gewöhnlichen blauen Thon vertreten. Bei Charlottenbrunn in Niederschlesien sind nach Göppert die tiefsten, unmittelbar dem Gneisse aufgelagerten Schichten der Steinkohlenformation als rother, gelber und weisser Letten ausgebildet.

Eisenkies ist ein ganz gewöhnlicher accessorischer Bestandtheil des Schieferthones, und findet sich theils eingesprengt, theils in der Form von mancherlei accessorischen Bestandmassen; bisweilen kommen auch

*) Murchison und Sedgwick bemerken in ihrer Abhandlung über das Schiefergebirge von Devonshire ausdrücklich, dass die dortige Steinkohlenformation durch den Mangel der transversalen Schieferung (oder der *cleavage-planes*) charakterisirt sei, obgleich ihre Schichten ganz ausserordentliche Windungen und Dislocationen erlitten haben. *Trans. of the geol. soc. 2. ser. V*, 1840, *p*. 679.

Bleiglanz und Zinkblende, Kalkspath, Braunspath, sphäroidische Mergel-Concretionen, selten Knollen von Phosphorit vor. Lagen von Faserkalk oder von feinfaserigem Aragonit (*satin-spar*) sind bei Alstonmoor und anderen Orten in England, und zolldicke Lagen von Cölestin nach Weawer bei Tortworth vorgekommen. Ausserordentlich häufig umschliesst der Schieferthon Nieren, bisweilen auch Lagen oder förmliche Schichten von thonigem Sphärosiderit, von welchen Vorkommnissen, ihrer technischen Wichtigkeit wegen, weiter unten noch besonders die Rede sein wird. Uebrigens giebt es auch Varietäten, welche von kohlensaurem Eisenoxydul, und andere, welche von kohlensaurem Kalke mehr oder weniger reichlich imprägnirt sind.

Der Eisenkies ist oft so reichlich im Schieferthone vorhanden, dass derselbe auf Vitriol und Alaun benutzt wird, wie z. B. bei Duttweiler unweit Saarbrück, und in Oberschlesien, wo die Sackgrube nur auf dergleichen Schieferthon betrieben wurde. Im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden enthält eine Schieferthonschicht des Burgker Werkes äusserst regelmässig gestaltete, ellipsoidische Mergelnieren, und bei Fins im Dep. des Allier kommen nach Guillemin zahlreiche kleine Knollen und Nieren eines feinkörnigen, dunkelgrauen phosphorsauren Kalkes vor, welche meist von thonigem Sphärosiderit umschlossen werden.

Der Schieferthon bildet die eigentlichen Hauptniederlagen für die schönsten und zahlreichsten Pflanzenreste, über deren Beschaffenheit weiter unten das Nöthige gesagt werden wird. Sie sind zuweilen in erstaunlicher Menge vorhanden, so dass fast jede Spaltungsfläche neue Abdrücke entblöst, weshalb die Schieferthone mit Herbarien verglichen worden sind, deren Blätter man nur aufzuschlagen braucht, um die Formen einer längst untergegangenen Flora, oft in wunderbarer Vollkommenheit, hervortreten zu sehen. In den paralischen Steinkohlenbildungen beherbergt der Schieferthon nicht selten die Ueberreste von marinen Organismen, von Krinoiden, Korallen und mancherlei Conchylien, und auch in den limnischen Kohlenbassins sind manche Schieferthonlagen mit Muschelabdrücken erfüllt, welche gewöhnlich einigen wenigen Species von Unio oder Cardinia angehören.

An die Schieferthone schliessen sich zunächst die sogenannten Mergel und Mergelschiefer an, welche aus einigen Territorien der Steinkohlenformation erwähnt werden, und wohl grossentheils nur als bunte, nach Art der Mergel an der Luft zerfallende Schieferletten zu betrachten sein dürften, während andere zu den kalkigen Schieferthonen gehören mögen. Sie scheinen nirgends häufiger als in Nordamerika vorzukommen, wo sie besonders in denjenigen Regionen auftreten, welche zugleich durch viele Salzquellen ausgezeichnet sind.

Hierher gehören die bunten Mergel im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden, und wohl auch manche ähnliche Gesteine im oberen Theile des Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirges. Im Muskingum-Thale in Ohio kommen rothe und hellbraune, schiefrige Mergel voll Farnkrautabdrücke vor, welche bei Marietta ein 150 F. mächtiges Schichtensystem bilden; überhaupt aber sind dergleichen Mergelschiefer im ganzen Thale des Ohio als ein charakteristisches Glied der dortigen salzführenden Etage der Steinkohlenformation bekannt, und bei allen Salinen nachgewiesen worden. Bei Pittsburg in Pennsylvanien z. B. durchbohrte man erst 130 F. tief grauen und blaulichen Sandstein, welcher mit weissen, rothen und blauen Mergelschiefern abwechselt, traf dann eine 5 F. mächtige rothe Mergelschicht, unter welcher die erste Soole und Bergöl erreicht wurde, durchsank hierauf ein 6 F. starkes Kohlenflötz, 40 F. Sandstein, Schieferthon und Mergelschiefer, abermals ein 10 F. starkes Kohlenflötz, und erlangte endlich in 215 Fuss Tiefe eine brauchbare Soole.

Thonschiefer und Alaunschiefer. In den unteren Etagen mancher Steinkohlenbassins erscheinen auch noch förmliche Thonschiefer, welche gewöhnlich schwarz oder dunkelgrau, bisweilen auch roth oder anders gefärbt sind, nicht selten organische Ueberreste (zumal Posidonomyen und Pflanzen) enthalten, und häufig mit Kieselschiefer oder mit dünnschichtigem Kalksteine wechsellagern oder doch vergesellschaftet sind. Oft treten auch Alaunschiefer auf ähnliche Weise auf, welche mitunter viele Nieren von schwarzem bituminösen Kalkstein umschliessen.

In Devonshire wird die unterste Etage der Steinkohlenformation wesentlich von schwarzen Schiefern gebildet, die theils mit Kieselschiefer, theils und zumal nach oben mit schwarzen Kalksteinlagen abwechseln, und dann gewöhnlich selbst von zahlreichen weissen Kalkspathadern durchschwärmt werden; diese mehr kalkigen Schiefer halten Posidonomyen und Goniatiten. Eben so verhält es sich in Belgien, wo über dem Kohlenkalkstein Kieselschiefer, Quarzit, schwarze Thonschiefer und Alaunschiefer folgen; desgleichen in Westphalen, wo vielorts ähnliche Schiefer mit plattenförmigem Kalkstein, Kieselschiefer und Jaspis die Steinkohlenformation eröffnen, indem dieses complicirte Schichtensystem, wie v. Dechen gezeigt hat, durch seine organischen Ueberreste (*Posidonomya Becheri*, *Goniatites striatus* oder *crenistria* u. a.), insbesondere aber durch seine Lagerung über der Fortsetzung des Kohlenkalksteins von Ratingen als ein unzweifelhaftes Glied der Steinkohlenformation charakterisirt wird. — Im Herzogthume Nassau, wo von dieser Formation überhaupt nur diese untere Etage bekannt ist, da wird sie gleichfalls von Kieselschiefer und von Thonschiefern gebildet, welche z. Th. durch Eisenoxyd roth gefärbt, mit grauen Kalksteinlagen verbunden, und sehr reich an den genannten beiden und einigen anderen Fossilien (auch Pflanzenresten) sind. Sandberger erkannte diese Schichten schon lange für solche, welche eher zur Steinkohlenformation, als zur devonischen Formation gezogen werden müssen, (Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, 1847, S. 41) und verglich sie

mit den ähnlichen Schichten in Devonshire, in Westphalen und am Harze. Aus diesem letzteren Gebirge sind sie kürzlich von Ad. Römer näher beschrieben worden. *Paläontographica*, *III*, 1850, S. 43 f.

Die eigentlichen*) Brandschiefer (I, 701) kommen wohl besonders in manchen Territorien der Steinkohlenformation vor, wo sie in selbständigen Flötzen dem Schieferthone oder Sandsteine eingelagert sind. Sie scheinen vorzüglich den obersten Etagen der Formation anzugehören, liegen bisweilen höher, als die letzten Kohlenflötze, und lassen es mitunter sogar zweifelhaft, ob sie nicht schon der permischen Formation zugerechnet werden müssen. Häufig enthalten sie Ueberreste von Fischen, seltener Pflanzenabdrücke, bisweilen auch Nieren von Sphärosiderit oder Eisenkies.

So findet sich ein ausgezeichneter, sehr bituminöser Brandschiefer bei Bourdiehouse unweit Edinburgh und bei Manchester, besonders aber in vielen französischen Kohlenbassins, wie z. B. bei Decize, Commentry, Montluçon, Saint-Gervais und Autun. Dieses letztere Vorkommen ist sehr bedeutend; denn die Brandschiefer erlangen zwischen Epinac und Igornay über 60 Meter Mächtigkeit, und bilden einen wichtigen Gegenstand technischer Betriebsamkeit, indem das in ihnen enthaltene Oel durch Destillation gewonnen und zur Bereitung von Leuchtgas benutzt wird. Sie sind bei Muse sehr reich an Fischen (zumal an Species von Palaeoniscus), bei Surmoulin an Koprolithen, die wahrscheinlich von Sauriern herrühren, enthalten bei Millery, Igornay u. a. O. Pflanzenreste der Steinkohlenformation, und werden daher noch zu dieser Formation gerechnet, obwohl ihre bathrologische Stellung vielfach discutirt, und ihnen von manchen Geologen in der permischen Formation angewiesen worden ist. — Auch die Brandschiefer von Fins (Allier), welche 27 p.C. flüchtige Theile, 15 p. C. Kohle und 58 p. C. erdige Bestandtheile (darunter viel phosphorsauren Kalk) enthalten, auch reich an Zähnen und Schuppen von Fischen sind, liegen dort im oberen Theile der Formation über allen Kohlenflötzen. Auf der Insel Cape-Breton in Nordamerika sind nach R. Brown ähnliche Brandschiefer im wirklichen Steinkohlengebirge bekannt; dagegen dürften die Brandschieferflötze von Oslawan in Mähren, eben so wie diejenigen von Trautenau in Böhmen und von Oschatz in Sachsen der permischen Formation angehören.

Thonsteine, d. h. solche Gesteine, welche hauptsächlich aus feinem Detritus und Schlamme von Porphyr gebildet worden sind (I, 707), spielen in einigen Territorien der Steinkohlenformation eine nicht unwichtige Rolle; sie erscheinen von mancherlei weissen, so wie von lichtgrünen, gelben, rothen und blaulichen Farben, gewöhnlich von sehr homo-

*) Denn oft werden auch sehr kohlige Schieferthone so genannt, so wie auch kohlige Hornsteine in manchen Kohlenrevieren mit dem Namen Brand belegt werden.

gener, bald weicher, bald harter Beschaffenheit, sind mehr oder weniger deutlich geschichtet, und umschliessen nicht selten Pflanzenreste. Wenn ihnen viele kleine Glimmerschuppen und Sandkörner beigemengt sind, so schliessen sie sich an die Schieferletten und Schieferthone an, während sie an anderen Fällen, durch Aufnahme von Geröllen, eine conglomeratähnliche Beschaffenheit erhalten, oder auch, durch Vergröberung ihres Materials in porphyrische oder felsitische Psammite übergehen.

Besonders solche Steinkohlenbassins, welche auf Porphyr abgelagert, oder von Porphyr umgeben sind, oder in deren Bildung gleichzeitige Porphyr-Eruptionen eingegriffen haben, lassen dergleichen Thonsteine, als theilweise Vertreter der Sandsteine und Schieferthone, erkennen. Diess ist z. B. der Fall mit dem Döhlener Steinkohlenbassin unweit Dresden, an dessen Zusammensetzung weisse und hellgrüne Thonsteine und förmliche Porphyrtuffe einen bedeutenden Antheil nehmen. Auch bei Radnitz in Böhmen, bei Villé in den Vogesen, und in anderen Kohlenbassins kommen Thonsteine vor; die sogenannten Grandgesteine der Gegend von Wettin dürften gleichfalls wesentlich als porphyrische Psammite zu betrachten sein. Andrae, Erl. zur geol. Karte von Halle, 1850, S. 47.

§. 350. *Kohlenkalkstein und andere Kalksteine, Dolomit, Gyps und Kochsalz.*

Eines der wichtigsten und interessantesten Glieder der Steinkohlenformation ist unstreitig diejenige Kalksteinbildung, welche man wegen ihrer innigen Verknüpfung mit dieser Formation Kohlenkalkstein (*carboniferous limestone, calcaire houiller*) genannt hat*). Die grosse Mächtigkeit und die ganz ausserordentliche Verbreitung, welche dieser Kalkstein in manchen Ländern erreicht, sein oft erstaunlicher Reichthum an organischen Ueberresten, seine Beziehungen zu gewissen Erzgängen, seine Höhlen, Berg- und Felsformen lassen ihn als eine der bedeutsamsten Erscheinungen in der Entwickelungsreihe der Steinkohlenformation hervortreten. Er ist jedoch, als entschiedene Meeresbildung, ein ausschliessliches Eigenthum der paralischen Steinkohlenformation, und darf daher nicht mit den ausserdem noch vorkommenden Kalksteinen verwechselt werden, welche immer als sehr untergeordnete Erscheinungen auftreten, und sich auch in allen übrigen Verhältnissen gar wesentlich von dem eigentlichen Kohlenkalksteine unterscheiden.

*) Auch Bergkalkstein (*mountain limestone*), weil er in mehren Gegenden Englands zu bedeutenden Bergketten aufragt, oder metallführenden Kalkstein (*metalliferous limestone*), weil die wichtigsten Erzgänge von Derbyshire, Northumberland u. s. w. in ihm aufsetzen.

Der Kohlenkalkstein hat gewöhnlich graue, zumal blaulichgraue und schwärzlichgraue Farben, welche einerseits in schwarze, anderseits in weisse Farben übergehen; auch kommen gelb und roth gefärbte Varietäten vor. Er ist dicht bis krystallinisch-körnig, zuweilen oolithisch oder breccienartig, oft bituminös und stinkend beim Anschlagen, nicht selten mit Kieselerde oder mit Thon imprägnirt, daher kieselig oder thonig, bisweilen magnesiahaltig oder dolomitisch, und wird sehr häufig von Kalkspathadern durchzogen, welche nicht selten zu drusigen Kalkspathnestern anschwellen, und verschiedene Arten von Marmor hervorbringen, unter denen namentlich die schwarzen, weiss geaderten sehr beliebt sind.

Die dunkelgraue und schwarze Farbe vieler Kohlenkalksteine soll nach Bouësnel weniger von Bitumen, als von Kohlenstoff oder Anthracit herrühren, welcher diese Kalksteine zu imprägniren pflegt, bisweilen in dem Grade, dass alle Klüfte mit Anthracit überzogen sind, und dass einzelne Gesteinspartieen fast brennbar werden. Die, manchen Varietäten im hohen Grade zukommende Eigenschaft, nach dem Schlagen und Reiben zu stinken, erklärt Bouësnel durch Anwesenheit von etwas Schwefelwasserstoff.

Rothe, durch Eisenoxyd gefärbte Varietäten finden sich z. B. in der Nähe von Bristol; ja, im Forest of Dean ist der Kohlenkalkstein so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass er als Eisenerz benutzt wurde. Die weissen und gelben Varietäten haben bisweilen ganz das Ansehen von jüngeren Kalksteinen der Jura- oder Kreideformation; ja in Russland, wo diese hellfarbigen Gesteine überhaupt sehr verbreitet sind, da kommen völlig kreideähnliche Varietäten vor, wie z. B. bei Witegra südlich vom Onegasee, oder auch andere, dem Pariser Grobkalk ähnliche Varietäten, wie in dem Bassin von Moskau. Oolithische Kalksteine finden sich recht ausgezeichnet bei Bristol, nach Weawer aber besonders am nordöstlichen Ende des Bristoler Bassins in dem Kalksteinzuge von Tortworth, so wie nach Murchison bisweilen in Südwales und im Bassin von Moskau; ziemlich grobkörnige Oolithe kennt man auch nach v. Dechen zwischen Ratingen und Hefel in Rheinpreussen. Häufig kommen dergleichen Kalksteine nach Dale-Owen in der oberen Etage der weit ausgedehnten Ablagerungen von Illinois, Indiana, Kentucky, Tennessee und Missouri vor, in welchem letzteren Staate am Maramec-River nach Troost alle Oolithkörner verkieselt sind. — Wo der Kohlenkalkstein mit Kieselerde imprägnirt ist, da umschliesst er auch oft Concretionen von Hornstein; in Irland aber kommen eigenthümliche Mittelgesteine zwischen Kalkstein und Schieferthon vor, welche dort unter dem Namen Calp bekannt sind, und den Baustein für Dublin liefern.

Wie alle sogenannten dichten Kalksteine, so ist auch der dichte Kohlenkalkstein ein kryptokrystallinisches Gestein; auch kommen gar nicht selten deutlich krystallinisch-körnige Varietäten vor. Oft enthalten sie nur einzelne grössere Kalkspathkörner eingesprengt, welche in Kalkspath umgewandelte Krinoidenglieder sind und, wenn sie mehr überhand nehmen, zuletzt ein krystallinisch grobkörniges Gestein bedingen; (Krinoidenkalkstein).

Mit den breccienartigen, aus Kalksteinfragmenten und Kalksteincäment bestehenden Varietäten dürfen die Conglomerate nicht verwechselt werden, welche bisweilen nahe an der Auflagerung des Kohlenkalksteins, oder auch höher aufwärts beobachtet worden sind. John Phillips berichtet, dass im Kings-Thale und Wharfe-Thale, wo der Kohlenkalkstein auf den Schichtenköpfen des Schiefergebirges aufliegt, seine untersten Schichten durch viele Geschiebe von Schiefer als förmliche Conglomeratschichten erscheinen; nach oben werden die Geschiebe immer kleiner und seltener, doch kommen sie noch bis 20 Fuss aufwärts vor; dieselbe Erscheinung wiederholt sich auch im Ribbles-Thale, sowie bei Kendal und Ulswater. *Trans. of the geol. soc.* 2. *ser. III, p.* 10 f. Im südlichen Irland kommt nach Weawer in der Bay of Rush ein Conglomerat vor, welches aus grauem Kalkstein besteht, der Fragmente von Thonschiefer, Quarz und Kalkstein umschliesst, auch viele Ueberreste von Korallen und Krinoiden enthält; dieses Conglomerat wechselt mit Schieferthon und gewöhnlichem Kalkstein.

Quarz (z. Th. als Bergkrystall), Flussspath, Eisenkies und Bleiglanz, bisweilen auch Kupferkies, Zinkblende, Asphalt und Elaterit, finden sich hier und da als accessorische Bestandtheile des Kohlenkalksteins; unter den accessorischen Bestandmassen aber sind, ausser Kalkspath- und Braunspath-Nestern, besonders Hornstein-Nieren, als eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung zu erwähnen. Auch treten nicht selten schmale Lagen von Hornstein auf, welche, wenn sie mächtiger werden, in förmliche Schichten von Kieselschiefer übergehen.

Im Kohlenkalksteine Englands finden sich dergleichen Nieren und Lagen von schwarzem, braunem oder grauem Hornstein sehr gewöhnlich; die ersteren meist lagenweise vertheilt, gerade so, wie die Flintknollen in der Kreide. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich im oberen Kohlenkalkstein Irlands, in dem weissen Kalksteine der Gegend von Moskau (dessen Aehnlichkeit mit der Kreide durch diese Kieselgebilde noch erhöht wird), in dem Kohlenkalksteine Nordamerikas, und überhaupt in sehr vielen Gegenden, wo diese Kalksteinbildung zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt ist.

Ein ganz vorzügliches Interesse gewinnt der Kohlenkalkstein deshalb, weil er eben so das hauptsächliche Repositorium der aus der carbonischen Periode stammenden thierischen Ueberreste bildet, wie diess vom Schieferthone in Betreff der pflanzlichen Ueberreste behauptet werden kann. Da nun aber diese Reliquien der damaligen Thierwelt ganz entschieden das Gepräge von marinen Organismen an sich tragen, so wird auch der Kohlenkalkstein durch sie im Allgemeinen als eine Meeresbildung charakterisirt, welche nur selten und in einzelnen Schichten einen fluviomarinen Charakter erkennen lässt.

Weil die specielle Aufführung der wichtigsten Formen weiter unten gegeben werden wird, so mag hier einstweilen nur bemerkt werden, dass es besonders verschiedene Korallen, Krinoiden, viele Species von Productus und

Spirifer, und mancherlei andere Conchylien sind, welche oft in unsaglicher Menge angehäuft vorkommen, weshalb sie einen sehr wesentlichen Antheil an der Bildung des Gesteins gehabt haben müssen; was zumal für die Krinoiden so auffallend ist, dass der Kohlenkalkstein bisweilen auch Enkrinitenkalkstein (*encrinal-limestone*) genannt worden ist. Doch giebt es auch ausnahmsweise ganze Schichten und Schichtensysteme, in welchen die organischen Ueberreste nur sparsam auftreten, oder auch fast gänzlich vermisst werden.

Der Kohlenkalkstein ist meist deutlich geschichtet; seine Schichten haben eine sehr verschiedene Mächtigkeit, und erscheinen daher bald als sehr dicke Bänke, bald als plattenförmige Lagen. Oft liegen sie ohne fremdartige Zwischenlagen vielfältig über einander, während sie in anderen Fällen durch Zwischenlagen von Schieferthon oder Kieselschiefer, oder auch durch mehr oder weniger mächtige Sandsteinschichten von einander abgesondert werden. Dieses letztere Verhältniss, welches oft in einem sehr grossen Maassstabe ausgebildet ist, erlangt eine hohe Wichtigkeit für die Beantwortung der Frage, in wie weit der Kohlenkalkstein als eine selbständige Bildung betrachtet werden kann, und wird daher weiter unten ausführlicher in Betrachtung kommen.

Im Bassin von Moskau kommen nach Murchison in der oberen, durch *Fusulina cylindrica* ausgezeichneten Etage sehr dünnschichtige, schiefrige, dem lithographischen Kalksteine ganz ähnliche Varietäten, ja sogar Kalkschiefer vor, welche aus fast papierdünnen Blättern bestehen. Gewöhnlich aber sind die Schichten des Kohlenkalksteins einen oder einige Fuss mächtig.

In seinen mächtigeren Ablagerungen beherbergt der Kohlenkalkstein oft sehr bedeutende Höhlen; auch ist er der Zerklüftung und Zerspaltung vielfach unterworfen, weshalb er nicht nur in den Thaleinschnitten sehr schöne und pittoreske Felspartieen bildet, sondern auch ausserdem oft in schroffen und abenteuerlich gestalteten Felsen aufragt. Die Kalksteinzonen und grösseren Kalksteinlager lassen sich nicht selten auf der Oberfläche des Landes in mehr oder weniger unterbrochenen Felsenkämmen verfolgen, während die Kalksteinplateaus und Kalksteindecken, bei ebener oder sanft undulirter Oberfläche, oft enge und schroffe, canalartig eingeschnittene Felsenthäler entfalten.

Ueberhaupt aber ergiebt sich aus der vorstehenden Beschreibung, dass der Kohlenkalkstein in allen seinen petrographischen Verhältnissen den Kalksteinen der Uebergangsformationen so ähnlich ist, dass er in der Regel nur durch seine Lagerungsverhältnisse und durch seine organischen Ueberreste von ihnen unterschieden werden kann.

Fast alle Höhlen Englands, mit Ausnahme einiger in Devonshire und Somersetshire, kommen im Kohlenkalksteine vor, in dessen Gebiete auch nicht selten Flüsse und Bäche plötzlich verschwinden oder hervortreten. Berühmt

sind die Höhlen von Ingleborough und Castleton, die in der Gegend von Bristol, wo auch spaltenähnliche Schluchten den Kalkstein durchschneiden, und viele Bäche von unterirdischen Schlünden (den sog. swallet-holes) verschluckt werden, sobald sie aus dem Gebiete des *Old-red-sandstone* in das des Kohlenkalksteins eintreten. In anderen Gegenden strömen die Bäche mit voller Wassermenge aus Höhlen hervor, wie z. B. der Bach Lwchwr in Südwales. — Auch in Irland bildet zumal die obere Etage des Kohlenkalksteins schroffe grotteske Felspartieen, und umschliesst viele Höhlen, in denen die Bäche verschwinden; besonders in Kilkenny und Queen sind die Höhlen sehr zahlreich, und berühmt ist die Great-Cave bei Dumnore. — Eben so verhält sich der Kohlenkalkstein in Belgien, wo bei Choqier und an anderen Orten Höhlen bekannt sind, und im Thale der Maas eine sehr schöne Felsenscenerie entwickelt ist. — Die unermesslichen Kohlenkalksteindistricte Nordamerikas zeigen dieselben Erscheinungen; im Bassin von Illinois kommen viele Höhlen vor; die Mammoth-Cave in Kentucky soll nicht weniger als 6 Engl. Meilen lang sein, und der Lost-River in Orange-County in Indiana verschwindet auf viele Meilen weit in solchen unterirdischen Räumen. Auch die vielen Erdfälle (*sink-holes*) bei St. Louis im Staate Missouri dürften durch den Einsturz der Decke von Höhlen entstanden sein.

Die schroffe Ausbildung der Schluchten und Thäler innerhalb des Kohlenkalksteins findet, wie in vielen Gegenden, so auch in den Mendip-Hills in Somersetshire Statt, von wo namentlich das Thal Tinningsgate und der staunenswerthe Chasm of Cheddar als besonders interessante Beispiele erwähnt werden. Im Ural, bei Ust-Koiwa östlich von Perm, windet sich nach Murchison die Tschussowaia im Kohlenkalkstein durch ein wunderschönes wildes und enges Felsenthal*). Derselbe gedenkt einer merkwürdigen Reliefbildung bei Kossatschi-Datschi, südlich von Miask, wo der Kalkstein ein kleines, von Grünsteinbergen umgebenes Plateau bildet, dessen Oberfläche zu einer Menge kleiner Hügel aufsteigt, welche wie die Wellen des Meeres oder wie die Hornitos am Jorullo erscheinen.

Ausser dem eigentlichen Kohlenkalksteine, als einem ausschliesslichen Gliede der paralischen Steinkohlenformationen, kommen jedoch auch in den limnischen Steinkohlenbassins bisweilen untergeordnete Schichten von Kalkstein vor, welche daher wohl als Süsswasserkalksteine oder Limnocalcite zu betrachten sein dürften, obgleich sie keinesweges immer durch organische Ueberreste als solche charakterisirt sind. Ja, selbst die paralischen Formationen umschliessen bisweilen einzelne Schichten oder Schichtensysteme, welche mehr den Charakter von limnischen als von marinen Sedimenten an sich tragen, und daher als fluviomarine oder Aestuarien-Bildungen gedeutet werden müssen.

Diese Kalksteine sind gewöhnlich dicht, grau, braun oder schwarz, zuweilen gelblich oder röthlich, oft bituminös oder stinkend unter dem

*) Vergl. auch Zerrenner, Erdkunde des Gouvernements Perm, S. 78.

Hammer, auch wohl dolomitisch, gewöhnlich leer oder doch sehr arm, selten reich an organischen Ueberresten, häufig mit Nieren oder Lagen von Hornstein versehen, und bilden meist schmale Schichten oder Schichtencomplexe, welche jedoch zuweilen eine sehr grosse Verbreitung und nicht selten einige Wichtigkeit in technischer Hinsicht erlangen, weil sie in den Gegenden ihres Vorkommens als Brennkalk benutzt werden.

Im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden findet sich ein Kalksteinlager, welches gewöhnlich nur 2 bis 3 F. mächtig ist, aus dichtem bis höchst feinkörnigem, verschiedentlich gefärbten, etwas dolomitischen, oft stinkenden Kalkstein besteht, und Drusen von Kalkspath und Rautenspath, auch Nester von rothem und braunem Hornstein, von organischen Ueberresten aber nur undeutliche Pflanzenreste enthält. Im Pfälzisch-Saarbrückener Steinkohlengebirge kennt man viele Kalksteinlager, welche nach Schmidt $1/2$ bis 7 Fuss mächtig sind, oft sehr weit fortsetzen, aber keine organischen Ueberreste umschliessen; nur ein schwarzes Kalkflötz bei St. Julian soll nach Gümbel undeutliche Reste von Fischen enthalten. Das Hauptflötz, welches eine besonders weite Ausdehnung besitzt, besteht aus einem rauchgrauen bis schwarzen, dichten, im Bruche flachmuschligen Kalkstein. Bei Villé in den Vogesen enthält der grüne Thonstein ein Lager von braunem dichten Kalkstein mit Hornstein-Nieren und Bleiglanz-Knoten.

Interessant sind die in den oberen Etagen der Steinkohlenformation Grossbritanniens nachgewiesenen Einlagerungen von Süsswasserkalkstein, weil sie den Beweis liefern, dass die dortige Formation, obwohl sie nach unten den entschiedenen Charakter einer paralischen Bildung trägt, doch nach oben den limnischen Formationen immer ähnlicher wird. Wo also nur die oberen Etagen zur Ausbildung gelangt sind, wie diess vielorts in Shropshire der Fall ist, da findet auch kein wesentlicher Unterschied zwischen den dortigen und denen auf dem Continente so häufigen limnischen Kohlenbassins Statt. Murchison hat über diese Bildungen aus der Gegend von Shrewsbury in Shropshire sehr lehrreiche Beobachtungen mitgetheilt. Das Kalksteinlager ist dort 3 bis 8 F. mächtig, nach unten zellig und cavernos, auf den Höhlungen mit Kalkspath und Erdpech erfüllt, und hält Ueberreste von Cypris, Cyclas und anderen Süsswasser-Conchylien. Aehnliche Kalksteinlager sind von Phillips bei Ardwick unweit Manchester in Lancashire nachgewiesen worden.

Aber auch in der unteren Etage der Steinkohlenformation Grossbritanniens, also dort, wo die Schichten des eigentlichen Kohlenkalksteins vorwalten, hat man hier und da mitten in dem marinen Schichtensysteme Süsswasserkalksteine kennen gelernt. Einer der interessantesten Puncte, auf welchen wohl zuerst Hibbert im Jahre 1834 die Aufmerksamkeit lenkte, ist Bourdiehouse bei Edinburgh. Dort findet sich unter Schieferthon und Sandstein, die von marinem Kohlenkalkstein bedeckt werden, ein 27 Fuss mächtiges Lager eines dichten, sehr homogenen Kalksteins, welcher auf seinen Schichtenwechseln viele Ueberreste von Lepidodendron, im Gesteine selbst aber zahlreiche Schalen von Cypris, von Süsswasserconchylien und anderen organischen Ueberresten enthält, welche sich auf limnische oder fluviatile Thiere beziehen lassen. — Dieses Vorkommen von Süsswasserkalk zwischen oder unter marinem Kalk-

steine, welches auch an anderen Puncten bekannt ist, beweist wohl, dass während der Bildung der Steinkohlenformation langsame Oscillationen der Erdoberfläche im Gange gewesen sind, durch welche abwechselnd tiefes Meer in seichtes Meer oder in Land, und umgekehrt, verwandelt wurde.

Wie in anderen Kalksteinformationen, so tritt auch hier und da im Gebiete des Kohlenkalksteins Dolomit mit allen den Eigenschaften auf, welche ihn gewöhnlich auszeichnen, indem er bald nur einzelne Schichten oder Stöcke, bald mächtige Etagen constituirt. Auch in den limnischen Kohlenbassins kommen bisweilen einzelne Dolomitlager vor.

So enthält der Englische Kohlenkalkstein bei Ormeshead in Flintshire viele Dolomitmassen, im mittleren Theile der Mendiphills (in Somersetshire) aber eine 60 Fuss mächtige Einlagerung von aschgrauem Dolomit. In Irland ist bei Skerries, 20 Engl. Meilen nördlich von Dublin, dem Kohlenkalksteine ein 8 F. mächtiges Lager von gelblichem, sehr krystallinischen, drusigen und cavernosen Dolomit eingeschaltet, dessen faust- bis kopfgrosse Höhlungen mit Kalkspath erfüllt sind; ein ähnliches Lager kennt man in der Gegend von Sutton; auch ist nach Griffith die oberste Etage des Irischen Kohlenkalksteins auf den Höhen bisweilen als Dolomit ausgebildet. — In Belgien wird nach Dumont der Kohlenkalkstein durch eine in der Mitte auftretende Dolomitbildung in drei Etagen abgesondert. Nach Le-Play bildet am Donetz im südlichen Russland bei der Poststation Toretzkaia Dolomit eine mächtige Ablagerung; derselbe ist ausgezeichnet krystallinisch, porös, in seinen Poren mit Rhomboëdern besetzt, hat die normale Zusammensetzung des Dolomites und geht ganz allmälig in dichten gelblichen Kalkstein über. Keine Spur eines eruptiven Gesteins findet sich in der Nähe, wie überhaupt nirgends im Bereiche der Donetzer Kohlenformation. Auch am Ufer der Wolnowakha oberhalb Stilia steht grauer Dolomit an. *Voyage dans la Russie mérid. IV, p.* 86. Am Waldai fanden Murchison und seine Begleiter einen gelblichen sandigen Dolomit, welcher flintähnliche Hornsteinlagen und dieselben Petrefacten umschliesst, wie der dortige Kalkstein. Endlich ist auch der Kohlenkalkstein Nordamerikas gar nicht selten in bedeutender Ausdehnung als Dolomit ausgebildet. — Im Döhlener Kohlenbassin unweit Dresden findet sich bei Schweinsdorf ein schmales Lager von dunkel rauchgrauem bis nelkenbraunem, feinkörnigem harten Dolomit, der keine Spur von Parallelstructur erkennen lässt.

Eine weit seltenere Erscheinung als der Dolomit bildet der Gyps und der ihn zuweilen begleitende oder vertretende Anhydrit. Doch sind bereits beide Gesteine zum Theil in grosser Ausdehnung in einigen Territorien der Steinkohlenformation nachgewiesen worden. Namentlich sind es das nördliche Russland, Neuschottland und die nordöstlich vorliegende Insel Cape-Breton, wo der Gyps als ein wesentliches Glied dieser Formation auftritt.

Nach Verneuil kommen in Nordrussland, bei Pinega und an der Dwina, südlich von Syskaia, im Kohlenkalksteine so bedeutende Einlagerungen von weissem Gyps und Alabaster vor, dass die Dwina bei Zaborskaia 10 Lieues

weit durch Gyps fliesst. — In Neuschottland enthält die Kohlenformation in ihrem unteren Theile eine Etage, welche aus Gyps und rothen Mergeln besteht; man hielt diese Schichten anfangs für Glieder der permischen Formation, bis Lyell den Beweis lieferte, dass sie der unteren Abtheilung der carbonischen Formation angehören. Sie sind am besten an den Küsten der Fundybai zwischen dem Fort Ellis und der Mündung des Shubenacadie aufgeschlossen, wo sie eine Mächtigkeit von mehr als tausend Fuss erreichen und durch die gewaltigen Fluthen der Fundybai fortwährend entblöst werden. Am Big-Rock steht der reine weisse Gyps 600 F. mächtig an, und lässt sich von dort 12 Engl. Meilen weit verfolgen; unter ihm wechselt Anhydrit mit gelbem Schiefer und bituminösem Kalkstein. Da auch ausserdem häufig Kohlenkalkstein den Gyps begleitet und sogar mit ihm abwechselt, so glaubt Lyell, dass dieser Gyps eine ursprüngliche, und keine durch Umwandlung von Kalkstein entstandene Bildung sei. Reisen in Nordamerika, übers. v. Wolff, S. 336 f. Ganz ähnliche Verhältnisse sind auf Cape-Breton nachgewiesen worden, wo gleichfalls die untere Abtheilung der Kohlenformation stellenweise Gyps- und Anhydritlager enthält, welche zwischen Sandstein, bunte Mergel und Kohlenkalkstein eingelagert sind, und durch die Pflanzenreste der sie begleitenden Schieferthone, durch die thierischen Ueberreste der mit ihnen wechselnden Kalksteine als unzweifelhafte Glieder der Steinkohlenformation bezeichnet werden. — Noch mag daran erinnert werden, dass nach Hildreth auch in der Steinkohlenformation von Ohio, bei den Salzwerken im Muskingumthale in grosser Tiefe Gyps erbohrt worden ist.

Dass Kochsalz in den tieferen Etagen mancher Territorien der Steinkohlenformation vorhanden sein möge, diess lässt sich wohl kaum bezweifeln. Da es jedoch noch nirgends leibhaftig und in grösseren Massen, als wirkliches Steinsalz, sondern nur durch Soolquellen nachgewiesen worden ist, welche möglicherweise auch aus älteren Formationen heraufdringen können, deren Salzführung namentlich in Nordamerika erwiesen ist (S. 306), so bedarf es vielleicht noch weiterer Beweise, ehe die Steinkohlenformation überhaupt als eine salzführende Formation mit Bestimmtheit aufgeführt werden kann; was übrigens auch nur für ihre paralischen Gebiete zulässig sein würde, weil die limnischen Bassins ausser dem Bereiche des Meeres gebildet worden sind.

Im englischen Steinkohlengebirge finden sich Salzquellen an einigen Puncten in grosser Tiefe, und bei Newcastle reich genug, um früher auf Salz benutzt worden zu sein. Die reichhaltigste dieser Quellen in der Birtleygrube am Wear enthält über 8 pro Cent, eine andere in der Jarrowgrube fast 6 pro Cent Kochsalz; sie lassen sich bis über Durham verfolgen, in welcher Gegend Salzquellen fast überall hervorbrechen, wo die Steinkohlenformation von Trappgängen durchsetzt wird. Auch bei Kingswood im Kohlendistricte von Bristol, und bei Ashby de la Zouch in Leicestershire kennt man Soolquellen, welche zwar alle nahe an der Gränze des Zechsteins und Buntsandsteins liegen, doch nicht nahe genug, um das Salz aus diesen Formationen ableiten zu können. Vergl. v. Dechen und v. Oeynhausen in

Karstens Archiv V, 1832, S. 105, und Karsten, Lehrb. der Salinenkunde, I, 1846, S. 111. Bei Sulzbach im Saarbrücker Kohlengebirge, bei Löbejün unweit Halle, und bei Zwickau in Sachsen sind gleichfalls Salzquellen bekannt, von welchen die letztere fast 15 p. C. Kochsalz, und überhaupt 25 p. C. an Salzen enthält. Kersten, im Journal für prakt. Chemie Bd. 35, 1845, S. 257. Bei Kreuznach brechen die Soolquellen aus Porphyr hervor, welcher von der Steinkohlenformation umgeben wird.

Im Gebiete der grossen Steinkohlenformation Nordamerikas sind zumal in Pennsylvanien, Ohio, Virginien, Kentucky, Illinois und Indiana an zahllosen Puncten Salzquellen erbohrt worden, zu deren Versiedung das Brennmaterial oft unmittelbar dabei gefördert wird. Im Staate Ohio wurden sie gewöhnlich 650 Fuss tief unter dem S. 459 erwähnten grauen Hornsteinlager, innerhalb der porösen krystallinischen Sandsteinschicht erreicht, welche dort überall die reichste Soole liefert. Viele dieser Soolquellen sind ausserordentlich reich an Bergöl und Kohlenwasserstoffgas, welches letztere oft mit grosser Gewalt aus den Bohrlöchern hervorbricht. Wenn nun auch vielleicht viele dieser Soolquellen der vereinigten Staaten aus den älteren, unter der Steinkohlenformation abgelagerten Formationen entspringen sollten, so möchte doch wohl ein Theil derselben wirklich aus der Steinkohlenformation stammen, welche ja auf der Insel Cape-Breton ebenfalls reich an Salzquellen ist, und in ihrer unteren Etage alle diejenigen Gesteine beherbergt, wie sie in den Steinsalz-Ablagerungen anderer Formationen bekannt sind.

§. 351. *Steinkohlen und Anthracit.*

Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung desjenigen Materials, welchem die carbonische Formation sowohl ihren bezeichnenden Namen, als auch ihre hohe technische und nationalökonomische Bedeutung zu verdanken hat: zur Betrachtung der Steinkohlen, dieser mumisirten und verkohlten Ueberreste einer längst untergegangenen Pflanzenwelt, deren hundertfältig über einander gepresste Stämme gegenwärtig regelmässige, oft über viele Quadratmeilen ausgedehnte Gebirgsschichten bilden.

Dass wenigstens alle Steinkohlen und Anthracite der carbonischen Formation wirklich als umgewandelte vorweltliche Pflanzenmassen zu deuten sind, diess wird wohl gegenwärtig von Niemand mehr bezweifelt, obgleich mitunter in früheren Zeiten über ihre Abstammung und Bildungsweise ganz andere Ansichten ausgesprochen worden sind. Wir haben bereits im ersten Bande S. 728 und 729 einige Thatsachen angeführt, welche beweisen, dass auch die compacte Kohle, in welcher alle vegetabilischen Formen spurlos verschwunden sind, dennoch die vegetabilische Structur erkennen lässt, und wir brauchen nur noch daran zu erinnern, dass die schwarzen sogenannten Pflanzenabdrücke und die Rinden so vieler stammartiger Pflanzenformen doch eben nichts Anderes, als Steinkohle sind; dass alle diese unzweifelhaften

Pflanzenreste millionenweise in der unmittelbaren Begleitung der Kohlenflötze vorkommen; dass nach Göpperts Beobachtungen auch inmitten der Kohlenflötze gar häufig noch deutliche vegetabilische Formen zu erkennen sind, und dass die Oberfläche dieser Flötze in dem darüber liegenden Gesteine bisweilen solche Formen abgedrückt hat; wir brauchen nur an alle diese Thatsachen zu erinnern, um die Ueberzeugung von dem vegetabilischen Ursprunge der Steinkohle auf eine unerschütterliche Weise zu begründen. Dazu kommt noch, dass sich vom Torfe und bituminösen Holze, durch die mancherlei Varietäten der Braunkohle und Steinkohle, bis in den vollendetsten Anthracit nach allen ihren Eigenschaften eine stetige und ununterbrochene Reihe verfolgen lässt, durch welche die fast unzersetzte Pflanzenmasse des Torfes mit dem steinartig erscheinenden Anthracite in den genauesten Zusammenhang gebracht wird, um auch den letzten Zweifel an der phytogenen Natur dieser Steinkohlen zu beseitigen.

Um jedoch auch die entgegengesetzten Ansichten nicht gänzlich mit Stillschweigen zu übergehen, mag bemerkt werden, dass C. v. Raumer (freilich vor mehr als 30 Jahren) den Gedanken aussprach, die ganze Reihe der kohligen Substanzen des Mineralreiches, vom Anthracite bis zu dem bituminösen Holze, sei nur „als eine Entwickelungsfolge nie geborener Pflanzen-Embryonen im Erdenschoose zu betrachten, welche mit dem Erscheinen der vollkommen ausgetragenen und ausgebildeten Pflanzenwelt aufhörte.“ Andreas Wagner meint, die fossilen Pflanzen verhielten sich zur Steinkohle, wie die fossilen Conchylien zum Kalkstein; wie wenig der letztere seine Kalkerde den Conchylien, so wenig verdanke die Steinkohle ihren Kohlenstoff den Pflanzen; dieser Kohlenstoff wurde ursprünglich als solcher abgelagert, und „gleichzeitig mit diesen Kohlenstoff-Ablagerungen entwickelte sich aus diesen durch *generatio aequivoca* eine überaus zahlreiche und üppige Vegetation.“ Geschichte der Urwelt, 1845, S. 32. Auch Krüger betrachtete die Steinkohle als ursprünglich schichtenweise abgesetzten Kohlenstoff, und N. Fuchs glaubte dieselbe Ansicht in der Weise geltend machen zu können, dass er annahm, die Steinkohle sei durch Zersetzung von Kohlensäure entstanden. Ueber die Theorieen der Erde, 1844, S. 19 f. Breislak bekannte sich wenigstens für den Anthracit zu einer ähnlichen Ansicht, obgleich er der gewöhnlichen Steinkohle einen vegetabilischen Ursprung zuschrieb; und auch Featherstonhaugh sprach sich für den Anthracit auf dieselbe Weise aus, während er gewisse Steinkohlenflötze, in deren Nähe keine Spur von Pflanzenresten vorkommt, für schichtenähnliche Ablagerungen von Bitumen erklärte.

Was die Abdrücke von Pflanzenformen betrifft, welche die Steinkohlenflötze in dem sie bedeckenden Gesteine gebildet haben, so hat Göppert dergleichen zuerst von der Carl-Gustav-Grube bei Charlottenbrunn in Niederschlesien erwähnt; dort wird ein schmales Kohlenflötz unmittelbar von Sandstein bedeckt, dessen Unterfläche eine Menge Abdrücke von Lepidodendron-, Sigillaria- und Calamitenstämmen zeigt, welche von der Oberfläche des Kohlenflötzes hervorgebracht worden sind. Diese Stämme sind z. Th. entrindet, und es

unterliegt wohl keinem Zweifel, dass das Kohlenflötz aus ihnen gebildet wurde. An vielen Orten Oberschlesiens sind bei den dort befindlichen Tagebauen ganz ähnliche Flötzabdrücke im grossartigsten Maassstabe auf lachterweite Erstreckung entblöst worden. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, 1841, S. 746, und Uebersicht der Arbeiten der Schles. Ges. für vaterl. Cultur, 1847, S. 54. Auch in Sachsen wurden von mir schon vor längerer Zeit auf dem Ebersdorfer Steinkohlenwerke die schönsten Flötzabdrücke beobachtet; viele Lachter weit konnte man im hangenden Schieferthone der dortigen Flötze die Abdrücke von Pflanzenstämmen verfolgen; sie lagen nach allen Richtungen durch einander, waren in ihrer plattgedrückten Form oft anderthalb Fuss breit, und schienen meist von *Lepidodendron ornatissimum* und einem Syringodendron abzustammen.

Ueber die Processe, durch welche jene vorweltlichen Pflanzenmassen, welche das ursprüngliche Material der Steinkohlen lieferten, in ihren gegenwärtigen Zustand versetzt worden sind, hat man verschiedene Ansichten aufgestellt. Die einfachste und natürlichste Ansicht ist wohl die, dass es ein äusserst langsamer, durch die höhere Temperatur der Tiefe unterstützter, und durch den Druck der aufliegenden Gebirgsschichten modificirter innerer Zersetzungsprocess war, welcher dabei die Hauptrolle gespielt hat. Dieser Zersetzungsprocess arbeitete wesentlich auf eine immer reinere Darstellung des Kohlenstoffs hin, indem die übrigen Elemente (Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff) aus ihrer ursprünglichen Verbindung mit ihm allmälig ausgeschieden wurden; daher stellt denn der vollkommenste Anthracit fast nur reinen Kohlenstoff dar, während die verschiedenen Steinkohlensorten noch mit bituminösen und flüchtigen Substanzen um so reichlicher versehen sind, je minder weit ihre Zersetzung fortgeschritten ist.

Dass bei dieser freiwilligen Entmischung der Pflanzensubstanz, welche als eine Art von Gährung, Verwesung, Vermoderung oder fauliger Verkohlung bezeichnet worden ist, auch Wasser, Schwefelsäure und andere Stoffe mit im Spiele gewesen sein werden, diess ist wohl nicht zu bezweifeln, so wenig, als dass sich die Pflanzenmasse während eines gewissen Stadiums ihrer Metamorphose gar häufig in einem weichen, plastischen Zustande befunden haben müsse. Dagegen ist die früher zuweilen laut gewordene Ansicht längst vergessen, dass es eine durch sehr hohe Temperatur bewirkte rasche Verkohlung, oder eine förmliche Durchglühung im verschlossenen Raume gewesen sei, wodurch die Steinkohle gebildet wurde.

Die seit undenklichen Zeiten eingeleitete und mehr oder weniger weit fortgeschrittene Zersetzung der in den Kohlenflötzen niedergelegten Pflanzenmassen giebt sich auch durch die Entwickelungen von Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure und Bergöl zu erkennen, welche in so manchen Territorien der Steinkohlenformation bekannt sind, besonders aber in den Kohlen-Bergwerken durch die Aufschliessung der Kohlenflötze

und die damit verbundene Aufhebung des Druckes veranlasst werden. Denn in der That sind jene flüchtigen Substanzen als wirkliche Zersetzungs-Producte der Steinkohlen zu betrachten, welche zwar seit Jahrtausenden gebildet und angehäuft, aber abgesperrt unter dem Drucke des darüber lastenden Gebirges, nur einer Befreiung von diesem Drucke bedürfen, um aus den Kohlenflötzen entweichen zu können.

In dem Gebiete der Nordamerikanischen Steinkohlenformation, in Ohio, Pennsylvanien, Kentucky und Virginien strömt an zahllosen Orten aus den Bohrbrunnen der Salinen Kohlenwasserstoffgas, gewöhnlich in Begleitung von Bergöl, hervor; am reichlichsten gleich anfangs, nachdem die Brunnen erbohrt worden sind, während später die Gasentwickelung etwas schwächer wird. Die vielen Soolbrunnen des Kenawhathales in Virginien liefern auf diese Weise unermessliche Quantitäten von Kohlenwasserstoffgas, welches identisch mit dem in den Steinkohlenbergwerken entwickelten Gase ist, und jedenfalls aus tiefer liegenden Kohlenflötzen stammt; auch hat man wirklich an mehren Puncten tief unter den soolefübrenden Sandstein- und Mergelschichten noch Steinkohlenflötze erbohrt. — In den Tiefbauen der Steinkohlenwerke des Plauenschen Grundes bei Dresden entwickelt sich das Gas aus den frisch angehauenen Kohlenflötzen mit einem sehr auffallenden Geräusche, und ähnliche Thatsachen kennt man aus vielen anderen Kohlenwerken. Diese Exhalationen der Kohlenflötze, welche nach G. Bischof, ausser Kohlenwasserstoff, auch ölbildendes Gas und Kohlensäure (nach Playfair auch oft viel Stickgas) enthalten, vermischen sich mit der atmosphärischen Luft der unterirdischen Räume, und liefern dann die sogenannten schlagenden Wetter, durch deren Entzündung oftmals die fürchterlichsten Explosionen und Unglücksfälle verursacht worden sind. Unter gewissen Umständen wird fast nur Kohlensäure entwickelt, welche die sogenannten Schwaden bildet, und durch ihre erstickenden Eigenschaften auf andere Weise gefährlich wird. In denen seit längerer Zeit angehauenen Kohlenstössen sind nach Buddle diese Gasentwickelungen von dem Barometerstande abhängig, indem sie aus leicht begreiflichen Gründen bei geringem Luftdrucke sehr reichlich, bei starkem Luftdrucke sehr spärlich erfolgen. — Dass auch Bergöl in manchen Steinkohlenwerken aus dem Gesteine ausschwitzt oder ausfliesst, ist eine bekannte Erfahrung; besonders die Sandsteinschichten sind zuweilen damit imprägnirt; bei Coal-Port in Shropshire wurde sonst täglich ein Oxthoft gesammelt, und in den Schächten von Dawley und The Dingle bildet das Bergöl förmliche Traufen, gegen welche die Bergleute durch Breter geschützt werden müssen.

Die Steinkohle oder Schwarzkohle unterscheidet sich in ihren verschiedenen Varietäten besonders dadurch vom Anthracite, dass sie leicht entzündlich ist und mit heller Flamme, mit starkem Rauche und einem auffallendem Geruche verbrennt. Man unterscheidet besonders Glanzkohle, Kannelkohle, Grobkohle, Faserkohle und Ruskohle, dazu noch die sehr häufig vorkommende Schieferkohle, ausgezeichnet durch ihre dickschieferige Structur, welche wesentlich in der lagenweisen Abwechslung zweier oder mehrer verschiedener Kohlen-

Varietäten begründet ist. In technischer Hinsicht erlangt noch der Unterschied der fetten, d. h. der an Bitumen und flüchtigen Theilen sehr reichen, und der mageren, d. h. der sehr wenig bituminösen Kohle eine besondere Wichtigkeit; ein Unterschied, welcher mit dem der Sandkohle, Sinterkohle und Backkohle im genauesten Zusammenhange steht. Die sehr mageren Kohlen vermitteln den Uebergang aus der Steinkohle in den Anthracit.

In der Schieferkohle sind es sehr dünne Lagen von stark glänzender Glanzkohle, welche mit Lagen von wenig glänzender Kohle, von schimmernder oder matter Grobkohle, bisweilen auch von Ruskohle abwechselnd verbunden, die schieferige Structur hervorbringen. Ursprünglich mag diess wohl dadurch veranlasst worden sein, dass abwechselnd verschiedenartige Pflanzentheile, oder auch, nach Burat's Vermuthung, dass abwechselnd reinere Pflanzenmasse, und durch schlammige Wasser verunreinigte Pflanzenmasse über einander abgesetzt wurden, indem diese kleinen Wechselschichten dem periodisch wiederkehrenden Wechsel der Jahreszeiten entsprechen dürften. *Comptes rendus*, *t.* 15, 1842, *p.* 213, und Nöggerath in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, 1845, S. 759. — Was die Faserkohle betrifft, welche theils in vielfältiger Wiederholung lagenweise mit anderen Kohlensorten abwechselt, theils nur einzelne, oftmals aus eckigen Stücken bestehende Zwischenlagen der Flötzbänke bildet, so haben Daubrée, Schimper und Göppert gezeigt, dass sie als verkohltes Coniferenholz zu betrachten ist, dessen Fragmente mit in die anderen Pflanzenmassen hineingerathen sind. Nach Daubrée und Schimper lassen sich auf ihren Fasern unter dem Mikroskope die kreisförmigen Poren der Coniferenhölzer erkennen, wie diess auch von Göppert bewiesen wurde, welcher in der Faserkohle eine dem Araucarienholze ganz ähnliche Structur erkannte, und daher den betreffenden Baum mit dem Namen *Araucarites carbonarius* belegte.

Der Anthracit ist in seiner vollendetsten Form, wie er z. B. in den ausgezeichneten Varietäten aus dem Staate Rhode-Island vorliegt, als das letzte Product jenes Zersetzungsprocesses zu betrachten, durch welchen die Steinkohlen überhaupt gebildet wurden; als dasjenige Product, in welchem dieser Process sein eigentliches Ziel und Ende erreicht hat. Diese Normal-Varietät des Anthracites wird durch eine ununterbrochene Reihe von Zwischengliedern mit den eigentlichen Steinkohlen in Verbindung gebracht, von welchen Zwischengliedern diejenigen noch als Anthracite aufgeführt zu werden pflegen, welche sich theils in ihren äusseren Eigenschaften, theils darin dem Anthracite ähnlich erweisen, dass sie schwer entzündlich sind, und mit schwacher Flamme und wenig Rauch verbrennen. Eine scharfe Gränze lässt sich zwischen dem Anthracite und der Steinkohle gar nicht angeben, und es können daher die verschiedenen Flötze eines und desselben Bassins, ja es können sogar die verschiedenen Regionen eines und desselben Flötzes, theils als fette, theils

als magere Steinkohle, theils als Anthracit ausgebildet sein, je nachdem die der Entmischung günstigen Bedingungen durch die localen Verhältnisse, vielleicht auch durch die ursprüngliche Beschaffenheit der Pflanzenmasse, in einem geringeren oder höheren Grade geboten waren.

Dieses Verhalten erlangt deshalb einige Wichtigkeit, weil man früher geneigt war, den Anthracitflötzen ganz allgemein ein höheres Alter zuzuschreiben, als den Steinkohlenflötzen, während eine solche Altersbestimmung (welche auf der übrigens sehr richtigen Voraussetzung beruht, dass bei jenem Zersetzungsprocesse die Zeit einen Hauptfactor bildete), doch nur in einzelnen Fällen gerechtfertigt sein möchte. Die Beschaffenheit der Kohle liefert also kein Kriterium ihres Alters, und wo nur Flötze von sehr magerer Kohle oder von Anthracit vorkommen, da sind wir deshalb noch keinesweges zu der Folgerung berechtigt, dass das betreffende Schichtensystem der Uebergangsformation angehöre.

Dieselben Flötze bestehen nicht selten hier aus Steinkohle, und dort aus Anthracit. Im Bassin von Südwales führen die Flötze am westlichen und nördlichen Rande Anthracit, am östlichen und südlichen Rande bituminöse Steinkohle, in der Mitte aber solche Kohlensorten, durch welche die beiden Extreme mit einander in Verbindung gebracht werden. Nach Benson rücken die Trennungslinien dieser Kohlen-Varietäten in den tieferen Fötzen immer weiter nach Süden vorwärts, weshalb in diesen tieferen Flötzen der Anthracit eine immer grössere südliche Ausdehnung gewinnt. — In der südrussischen Steinkohlenformation am Donetz findet nach Le-Play ein ganz ähnliches Verhältniss Statt, indem die Flötze nach Osten fast ausschliesslich von Anthracit, nach Westen von bituminöser Steinkohle gebildet werden, ohne sich deshalb als ältere und jüngere Flötze unterscheiden zu lassen. Diese Thatsache ist auch von Murchison und seinen Begleitern vollkommen bestätigt worden. — Im östlichen Theile von Pennsylvanien sind die Kohlenflötze anthracitisch, im westlichen Theile bituminös, wie denn in den westlichen oder inneren Staaten meist nur bituminöse Kohle vorkommt. Daher haben sich Eaton, Silliman, Harlan, Rogers, J. Hall und Weawer schon längst gegen die Ansicht ausgesprochen, dass die Anthracitregion Pennsylvaniens der Uebergangsformation zuzuweisen sei, wie Taylor, Featherstonhaugh und Andere meinten. In neuerer Zeit hat Lyell dieses Verhältniss mehrfach besprochen, und gezeigt, wie richtig die Ansicht von Rogers ist, dass die Nordamerikanischen Kohlenflötze in den westlichen Staaten, wo sie noch horizontal und ungestört liegen, am meisten bituminös sind, und von dort aus gegen die Alleghany-Kette hin allmälig immer magerer werden, je auffallendere Biegungen sie erleiden, bis sie endlich in dieser Kette selbst, bei stark gefaltetem und aufgerichtetem Schichtenbaue, als förmliche Anthracitflötze erscheinen. Dieser Zusammenhang zwischen den Störungen des Gebirgsbaues und der Abnahme des Bitumens berechtigt zu der Vermuthung, dass die flüchtigen Substanzen der Kohlenflötze durch die zahllosen, seit Jahrtausenden geöffneten Risse und Klüfte entweichen konnten, welche bei den gewaltsamen Dislocationen und Faltungen entstehen mussten, denen auch die Nordamerikanische

Steinkohlenformation bei der Bildung der Alleghanykette unterworfen war; vergl. das im ersten Bande S. 994 stehende Profil.

In manchen Steinkohlenbassins wechseln Flötze von anthracitähnlicher Kohle mit bituminöser Steinkohle, oder kommen doch wenigstens Flötze von beiderlei Art vor.

So kennt man nach Virlet im Bassin von Creuzot Anthracitflötze mitten zwischen Steinkohlenflötzen; in manchen Kohlenbassins liegen nach unten magere und anthracitische, nach oben dagegen fette und bituminöse Steinkohlen, während in anderen Bassins gerade das entgegengesetzte Verhältniss Statt findet. In dem Bassin von Mons z. B., wo nicht weniger als 115 Flötze in verschiedenen Höhen über einander liegen, liefern die oberen 50 Flötze die fetteste und beste, die folgenden 50 Flötze eine minder gute, und die letzten 15 Flötze eine sehr magere Kohle. Ein ähnliches Verhältniss findet sich bei Lüttich, bei Brassac in Frankreich und in anderen Gegenden. Ein Gegenstück zu diesen Beispielen liefert der bei Portes gelegene Theil des Kohlenbassins von Alais in Frankreich, wo die 4 unteren Flötze eine gut backende, die 6 mittleren Flötze eine wenigstens noch verkokbare Kohle liefern, während die 9 oberen Flötze eine durchaus magere Kohle enthalten. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 572.

Unter den accessorischen Bestandtheilen und Bestandmassen der Steinkohle ist vor allen der Eisenkies zu nennen, welcher meist als Pyrit eine eben so gewöhnliche als unwillkommene*) Beimengung derselben bildet, indem er theils eingesprengt, theils als Anflug, in Schnüren, Trümern und Lagen, oder in kleineren und grösseren Concretionen auftritt, oft auch so innig mit der Steinkohle gemengt ist, dass beide kaum zu unterscheiden sind. Nächst dem Eisenkiese erscheint nicht selten Bleiglanz, meist als lamellare Ausfüllung feiner Risse und Klüfte, bisweilen auch Kupferkies, auf dieselbe Weise oder in anderen Formen, und endlich Zinkblende. Alle diese Schwefelmetalle sind wohl aus schwefelsauren Salzen gebildet worden, welche, im Wasser aufgelöst, die Steinkohlenflötze durchdrangen und durch die Reaction der organischen Substanz einer allmäligen Zersetzung unterlagen.

Von erdigen Mineralien ist besonders der Kalkspath, bisweilen in schönen Drusen, an solchen Stellen ausgebildet, wo die Kohlenflötze eine Zerrüttung erlitten haben, oder von Spalten durchsetzt werden; seltener erscheint Braunspath auf ähnliche Weise; beide aber bilden ziemlich häufig papierdünne Ausfüllungen der Risse und Ablosungen der Kohle. Auch Gyps findet sich nicht selten in ganz kleinen sternförmigen Kry-

*) Der Eisenkiesgehalt ist nachtheilig, weil er die Kohle verunreinigt und für manche Feuerungen ganz unbrauchbar macht, weil er durch seine Zersetzung und Vitriolescirung die Kohle auflockert und zersprengt, und Selbstentzündungen der Flötze verursacht.

stallgruppen; Baryt und Quarz sind minder häufige Erscheinungen, wogegen schwarzer Hornstein (Kohlenhornstein, Brand oder Schwül) in Lagen, Nieren und anderen Formen ziemlich oft angetroffen wird. Der Sphärosiderit, dieser so gewöhnliche Begleiter der Kohlenflötze, erscheint dennoch nur selten innerhalb der Kohle selbst. Auch Gerölle, und überhaupt Fragmente oder grössere Brocken anderer Gesteine, gehören zu den grössten Seltenheiten, während Nester, Schweife und Lagen von Schieferthon oder Thonstein die Kohle oftmals verunreinigen.

Im Döhlener Kohlenbassin ist Bleiglanz eine auf den Klüften der Steinkohle sehr gewöhnliche Erscheinung; ja Ullmann fand ihn auf einem Stollen bei Niederhermsdorf so häufig, dass er sich in eine der Freiberger Bleigruben versetzt glaubte. Im Saarbrücker Steinkohlengebirge sind nach Karsten die Klüfte der Steinkohle ganz gewöhnlich mit dichtem Dolomit ausgefüllt, dessen papierdünne Lamellen die Kohle bisweilen so zahlreich durchschneiden, dass es schwer hält, ein ganz reines Stück Kohle herauszubringen. Das Vorkommen von Sphärosideritnieren innerhalb der Kohle wird z. B. aus dem Steinkohlengebirge von Decazeville (Aveyron) erwähnt; bei Bochum in Westphalen sind schmale Kohlenflötze sehr reichlich mit Sphärosiderit imprägnirt; ein Quarzgeschiebe aber hat sich einmal bei Newcastle, auf Backworth Colliery gefunden.

Eine interessante und auch in technischer Hinsicht nicht unwichtige Erscheinung ist die Zerklüftung der Steinkohle. Die meisten Kohlenflötze werden nämlich von ebenflächigen, glatten, bisweilen spiegelnden Klüften durchschnitten, welche fast rechtwinkelig auf der Flötz-Ebene, und der Streichlinie oder Falllinie ungefähr parallel, gewöhnlich aber ganz geschlossen sind, und daher erst bei dem Zerschlagen der Kohle sichtbar werden, wenn sie nicht mit fremdartigen Substanzen (Eisenkies, Bleiglanz, Kalkspath u. s. w.) erfüllt sind. Oft treten diese Klüfte nach beiden Richtungen so nahe beisammen und so zahlreich auf, dass sie zwei Systeme von parallelen Ablosungen bilden, welche, zugleich mit den Schichtungsfugen oder den Zwischenlagen der Flötzbänke, eine würfelförmige oder doch parallelepipedische Absonderung der Kohle bedingen, dabei gewöhnlich auf bedeutende Distanzen eine constante Richtung behaupten, und daher selbst bei dem Kohlen-Abbaue berücksichtigt werden müssen. Als ein von Karsten hervorgehobener, sehr merkwürdiger Umstand verdient es erwähnt zu werden, dass diese Klüfte die zwischen den Flötzbänken vorkommenden Lagen von Faserkohle nicht durchschneiden, sondern an ihnen absetzen*).

*) Karsten, Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs, S. 77. Es liefert diese Erscheinung ein Seitenstück zu der eigenthümlichen Structur des Kalkthonschiefers von Moutiers (S. 303).

Die Ebenheit und oft spiegelglatte Beschaffenheit dieser Klüfte oder Ablosungen, und die Regelmässigkeit ihres Verlaufes sind allerdings schwer zu erklären, wenn man bedenkt, dass es ursprünglich ein Haufwerk von Pflanzenmassen war, in welchem sie vorkommen. Man vermuthet, dass sie während der Austrocknung dieser einstmals taigartigen Pflanzenmassen entstanden sind. In einem kleinen Maassstabe wiederholt sich bisweilen diese Erscheinung in den verkohlten Rinden der Sigillarien, Calamiten und anderer Pflanzenstämme, und hier gewinnt ihre fast geometrische Regelmässigkeit ein ganz besonderes Interesse wegen ihres unverkennbaren Zusammenhangs mit der Pflanzenform. Denn in der That kann man diese kleinen Risse längs eines und desselben Stammes, immer unter denselben Winkeln sich schneidend, nach Richtungen verfolgen, welche eine sehr bestimmte Beziehung zu der Sculptur und Gestalt des Stammes erkennen lassen.

Sowohl die Steinkohle als auch der Anthracit erscheinen gewöhnlich in mehr oder weniger mächtigen und oft äusserst regelmässigen Flötzen, selten in stockähnlichen Ablagerungen, welche dem Schieferthone oder dem Sandsteine eingelagert sind. Von den besonderen Verhältnissen der Zusammensetzung, der Form und der Lagerung dieser Gebirgsglieder wird weiter unten ausführlicher gehandelt werden.

§. 352. *Thoniger Sphärosiderit und andere Eisenerze.*

Nächst der Kohle dürfte wohl der thonige Sphärosiderit in technischer Hinsicht als eines der wichtigsten Materialien der carbonischen Formation zu betrachten sein, weil ein sehr bedeutender Theil der Eisenproduction mancher Länder auf seinem Vorkommen beruht. Auch gewinnt er deshalb ein besonderes Interesse, weil er oft reich an organischen Ueberresten ist, unter welchen sich namentlich die Pflanzenreste durch äusserst scharfe und deutliche Abdrücke auszeichnen.

Da die mineralogische Beschreibung dieses Sphärosiderites bereits im ersten Bande S. 685 gegeben worden ist, so haben wir es hier nur mit der Art und Weise seines Vorkommens zu thun. Er findet sich in zweierlei verschiedenen Formen: einestheils in runden, ellipsoidischen oder linsenförmigen, bisweilen langgestreckten Nieren, anderntheils in stetig fortsetzenden Lagen und Schichten, und zwar vorzüglich innerhalb derjenigen Schieferthonlager, welche das unmittelbar Hangende der Kohlenflötze zu bilden pflegen. Wie gewöhnlich übrigens das Vorkommen dieses Minerals ist, so giebt es doch manche Territorien, in welchen dasselbe nur selten gefunden, oder wohl auch gänzlich vermisst wird.

In Frankreich ist es z. B. fast nur das Bassin des Aveyron, wo der Sphärosiderit so häufig vorkommt, dass er zum Hohofenbetriebe benutzt werden kann. Das Bassin von St. Etienne enthält ihn nur an einzelnen Punkten, zumal bei le-Treuil, wo man drei bauwürdige Flötze von Sphärosiderit kennt, von denen zwei nur aus einzelnen Nieren bestehen; die grossen Steinkohlen-Reviere von Valenciennes, Alais, Creuzot und Autun sind fast ganz entblöst davon. In Sachsen fehlt er gänzlich im Döhlener Bassin, wogegen er im Zwickauer Bassin ziemlich häufig getroffen wird. In England wird er bei Newcastle fast gänzlich vermisst, während das Kohlenbassin von Südwales ihn in grosser Menge beherbergt, und in Staffordshire alle Hohöfen lediglich durch ihn unterhalten werden. Ausserordentlich reich ist auch das Saarbrückener Steinkohlengebirge sowohl an Nieren als an Lagern von Sphärosiderit; dort schliesst nach Warmholz das breite Thal zwischen der Eiweiler Höhe und dem Uebergangsgebirge einen solchen Reichthum von diesem Eisenerze ein, wie er anderswo nicht vorzukommen scheint, und giebt bei Otzenhausen, Braunhausen, Schwarzenbach, Castell und Birfeld zu vielen Tagebauen Veranlassung. Karstens Archiv, Bd. 10, 1837, S. 411. Auch bei Gresaubach, Nonnweiler und Börschweiler beherbergt nach Steininger der Schieferthon eine unerschöpfliche Menge von Sphärosiderit, welcher meist durch Tagebau gewonnen wird. Schmidt hat die Flötze desselben von Lebach bis Weinsheim unweit Kreuznach aufgefunden, und in dem kohlenreichen Districte zwischen Ottenweiler, Saarbrück und Sarrelouis giebt es wohl einige hundert Nierenflötze, welche den Bedarf für die dortigen Eisenwerke liefern.

Die Nieren des Sphärosiderits sind bald klein, bald so gross, dass sie einen Durchmesser von mehren Fuss erreichen, im Innern oft zerborsten und als Septarien ausgebildet, dabei nicht selten spaltbar nach ihrer grössten Durchschnittsfläche, welche der Schichtung des Schieferthons parallel liegt. Sie kommen selten vereinzelt, gewöhnlich in grosser Anzahl dergestalt vertheilt vor, dass sie, durch grössere oder kleinere Zwischenräume getrennt, innerhalb eines und desselben bathrologischen Niveaus neben einander liegen, daher sie in den Querschnitten des Schichtensystems als reihenförmig geordnete, oder lagenweise vertheilte Nieren (Knotenflötze, *couches en chapelet*) hervortreten, und, wenn sie näher beisammen liegen, förmliche Nierenflötze bilden. Die Spaltung nach der Median-Ebene gelingt am besten, wenn sie einen Fisch- oder Pflanzenabdruck umschliessen, weil solche in derselben Ebene enthalten und ausgebreitet zu sein pflegen; wie denn überhaupt Ueberreste von Pflanzen, Fischen (in vollständigen Individuen), Sauriern und Koprolithen nicht selten vorkommen, woher es auch erklärlich ist, dass sie bisweilen in der Mitte viel phosphorsauren Kalk enthalten. Auch beherbergen sie oftmals in ihrem Innern, zumal auf den Wandungen der Cavitäten und Zerberstungsklüfte, mancherlei krystallisirte Mineralien, unter welchen Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, so wie von Schwefelmetallen Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies zu erwähnen sind.

In Bellsund auf Spitzbergen sind nach E. Robert die Sphärosideritnieren oft vollkommen kugelrund, im Westphälischen und Saarbrückener Steinkohlengebirge nicht selten langgezogen, so dass sie, ausser der grössten Durchschnittsfläche, auch eine bestimmte Längsaxe erkennen lassen; doch dürfte die abgeplattet ellipsoidische oder lenticulare Form als die häufigste zu betrachten sein. Während übrigens in den meisten Kohlenrevieren, wo der Sphärosiderit überhaupt zu finden ist, Nieren und Lager zugleich vorkommen, so giebt es andere Reviere, in denen er nur in Nieren bekannt ist; wie z. B. nach Le Play in der südrussischen Steinkohlenformation am Donetz.

Die Lager des Sphärosiderites bilden sich bisweilen dadurch aus, dass seine lagenweise geordneten Nieren immer grösser werden, immer näher an einander rücken, endlich seitwärts zusammenfliessen und in eine stetig fortsetzende Masse übergehen. Sehr häufig sind sie aber auch, ohne einen solchen Zusammenhang mit Nierenflötzen erkennen zu lassen, als regelmässige und weit ausgedehnte Parallelmassen zwischen den Schieferthonschichten zur Ausbildung gelangt. Auch diese Lager finden sich gewöhnlich in der Nähe der Steinkohlenflötze, bald über, bald unter denselben; sie besitzen keine sehr grosse Mächtigkeit, erlangen aber oft eine bedeutende Verbreitung, und treten nicht selten in grosser Anzahl über einander auf.

Die Sphärosideritlager in der oberen Etage des Saarbrücker Kohlengebirges sind nach Schmidt und Warmholz meist nur 2 bis 3 Zoll, selten ½ bis 1 Fuss mächtig, liegen aber oft zu 30, 50 und mehren über einander, indem sie durch Schieferthonschichten getrennt werden. In Südwales schwankt die Mächtigkeit dieser Lager von 2 Zoll bis zu 2 Fuss. Bei Decazeville (Aveyron) kennt man ein Sphärosideritlager von 1 bis 4 Meter Mächtigkeit, welches stellenweise *en chapelet*, oder als Nierenflötz, ausgebildet ist; wie denn dort überhaupt die Nieren häufig vorkommen, und ein reicheres Erz liefern, als die Lager. In Derbyshire kennt man ein 8 bis 10 Zoll starkes Sphärosideritlager, welches dermaassen mit Muscheln erfüllt ist, dass es den Namen des *muscleband* erhalten hat; auch bei Falkirk in Schottland finden sich dergleichen muschelreiche Lager. Bei Bochum in Westphalen kommen bis 2 F. mächtige Flötze eines mit 12 bis 35 p. C. Kohle gemengten Sphärosiderites vor, welcher ein schwarzes, mattes, dickschieferiges Gestein bildet, und von Schnabel Koheneisenstein genannt worden ist. Poggend. Ann. Bd. 80, 1850, S. 441 f.

Dass die Bildung des Sphärosiderites mehr oder weniger durch die organischen Ueberreste der Steinkohlenformation bedingt worden sei, diess beweisen insbesondere die Nieren desselben, welche so häufig einen organischen Körper umschliessen, dessen Substanz offenbar das kohlensaure Eisenoxydul aus der umgebenden Schieferthonmasse concentrirt und zum Absatze disponirt hat, weshalb denn auch diese Nieren als entschiedene Concretionen zu betrachten sind.

Hunt hat durch eine Reihe von Versuchen gezeigt, dass die in Zersetzung begriffene Pflanzensubstanz nicht nur die Bildung von Eisenoxydsalzen verhindert, sondern auch das vorhandene Eisenoxyd in Oxydul verwandelt, welches sich mit der dabei zugleich gebildeten Kohlensäure verbindet.

In einigen Steinkohlenrevieren ist auch Rotheisenerz, in anderen Brauneisenerz nachgewiesen worden, welches letztere zum Theil aus der Zersetzung von Sphärosiderit hervorgegangen sein dürfte. So kennt man z. B. Rotheisenerzlager im Saarbrücker und Belgischen Steinkohlengebirge, Brauneisenerz ebenfalls in Belgien, in Südrussland und Nordamerika.

Bei St. Ingbert, Schiffweiler und Spiessen im Pfälzisch-Saarbrücker Kohlengebirge kommen Flötze von dichtem Rotheisenerz vor, welche ½ bis 3 F. mächtig sind, und ein sehr gutes Eisenerz liefern. In Belgien sind Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat so häufig, dass solche nach Omalius d'Halloy füglich mit unter den *roches principales* aufgeführt werden können; das Brauneisenerz bildet theils liegende Stöcke, theils langgestreckte Mulden, zumal auf der Scheidung des Kohlenkalksteins und der darüber folgenden Schichten. Am Donetz in Südrussland dagegen bildet dasselbe Erz nur flache Nieren im Schieferthon und schieferigen Sandsteine, welche Gesteine selbst bisweilen mit Eisenoxydhydrat dermaassen imprägnirt sind, dass sie fast in Eisenstein übergehen. Nach Hildreth finden sich in Nordamerika, an der Gränze des grossen Kohlenfeldes des Ohio, ausgedehnte Lager von Brauneisenerz, welche sich vom Fusse der Cumberlandberge über die Quellen des Kentucky und des Cumberland-River bis nach Geauga County in Ohio, ja vielleicht bis an den Eriesee verfolgen lassen, und eine mittlere Breiten-Ausdehnung von 15 bis 20 Engl. Meilen besitzen. Am Genet's creek, 18 M. aufwärts von der Mündung des Scioto, liegt der Junior-furnace im Mittelpunkte dieser Eisenregion; dort kennt man drei Flötze, von denen das untere 18, das zweite bis 20 Zoll mächtig ist, während das dritte, welches auf einem Kalksteinlager liegt, eine Mächtigkeit von 5 Fuss erreicht, und aus dichtem, vielfach zerklüftetem und zerspaltenem Brauneisenerz besteht, dessen Cavitäten mit Stalaktiten von braunem Glaskopf erfüllt sind.

§. 353. *Eruptive Gesteine im Gebiete der Steinkohlenformation.*

Wie schon in die Uebergangsformationen so haben auch in die Steinkohlenformation bisweilen eruptive oder plutonische Bildungen eingegriffen, welche während der Periode und in dem Gebiete dieser Formation hervorgetreten sind, und daher in einem sehr genauen Zusammenhange mit ihr stehen, wogegen sowohl die älteren, als auch die jüngeren Bildungen der Art nur ganz zufällige Beziehungen zu denjenigen Steinkohlenbassins erkennen lassen, in deren Gebieten sie vorkommen.

Es sind besonders Grünsteine und gewisse Felsitporphyre, welche als solche gleichzeitige Bildungen vorkommen, indem theils

ihre Lagerungsverhältnisse, theils die sie begleitenden Tuffe den Beweis liefern, dass sie wirklich in die Periode der Steinkohlenformation gehören und an ihrer Zusammensetzung einen mehr oder weniger wesentlichen Antheil nehmen. Da ihre Eruptions-Epochen nicht schon vor dem Anfange, oder erst nach dem Ende, sondern während des Verlaufes der carbonischen Periode eingetreten sind, so müssen die vorher gebildeten *tieferen* Schichten der Steinkohlenformation von diesen plutonischen Gesteinen gangförmig durchsetzt und deckenförmig überlagert worden sein, während die *nachher* gebildeten höheren Schichten *über* ihnen abgesetzt wurden. Dabei kann das tiefere Schichtensystem mancherlei *Störungen* seiner ursprünglichen Architektur und Lagerung, so wie im *Contacte* mit dem eruptiven Gesteine gewisse *Veränderungen* erlitten haben, von welchem Allen in dem oberen Schichtensysteme nichts zu entdecken ist. Dagegen kann dieses letztere hier und da, besonders in seinen untersten Schichten, Fragmente oder feineren Detritus des eruptiven Gesteins enthalten, welche natürlich in dem ersteren vermisst werden; umgekehrt wird das eruptive Gestein selbst nur *solche* Fragmente umschliessen können, welche dem *unteren*, früher gebildeten Schichtensysteme angehören. Jedenfalls aber werden diese, in dem Gebiete der Steinkohlenformation auftretenden gleichzeitigen plutonischen Gesteinsmassen, in Folge ihrer späteren Bedeckung durch die oberen Schichten, als mehr oder weniger mächtige und mehr oder weniger regelmässige *Einlagerungen* des betreffenden Kohlenbassins erscheinen.

In manchen Fällen ist es schwierig, zu einer bestimmten Ansicht darüber zu gelangen, ob eine solche Einlagerung wirklich als eine gleichzeitige und regelmässig eingeschaltete, oder als eine spätere und gewaltsam eingeschobene Bildung betrachtet werden soll. Diess ist z. B. der Fall mit dem berühmten Whin-Sill in Cumberland, und mit den vielbesprochenen Trapplagern in Derbyshire, deren eigentliche Ausbildungsweise lange ein Gegenstand der Discussion gewesen ist, welche über den ersteren wohl noch zu keinem entschiedenen Resultate gelangen liess, da es allerdings etwas Widerstrebendes hat, dieses, von Helton in Westmoreland bis nach Tindale-Fell in Northumberland, ja sogar bis nach Newton, an der Ostküste des Landes, fortsetzende Trapplager für eine laterale Injection zu halten, welche zwischen die aufgelüfteten Schichten der Steinkohlenformation eingetrieben wurde. Dagegen ist man wohl jetzt ziemlich allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, dass es sich mit den drei Trapp- oder Toadstone-Lagern im Kohlenkalksteine von Derbyshire wirklich so verhalte. — In allen solchen Fällen wird es besonders darauf ankommen, ob die von dem eruptiven Gesteine bewirkten Störungen und Veränderungen *nur* das *liegende*, oder *auch* das *hangende* Schichtensystem betroffen haben.

Unzweifelhafte Einlagerungen von gleichzeitigen *Porphyren* finden sich z. B. in dem kleinen Kohlenbassin von Flöha, zwischen Freiberg

und Chemnitz in Sachsen, und in dem Bassin von Brassac, an der Gränze der Departements der oberen Loire und des Puy-de Dôme in Frankreich*). Gleichzeitige Grünsteine oder Grünsteintuffe spielen aber nicht nur in Devonshire und im Kohlenkalksteine von Irland eine wichtige Rolle, sondern sind auch aus manchen anderen Gegenden bekannt.

Das Bassin von Flöha lässt vier Etagen unterscheiden, deren regelmässige Aufeinanderfolge sowohl durch natürliche Entblösungen als auch durch bergmännische Arbeiten ausser allen Zweifel gestellt worden ist. Die unterste Etage besteht aus Sandstein und etwas Schieferthon mit ein paar schmalen Kohlenflötzen, die zweite Etage aus Gneissconglomerat, die dritte aus quarzführendem Porphyr, und die vierte hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die erste. Der Porphyr hat sich als eine, stellenweise bis 200 F. mächtige Decke über dem Gneissconglomerate ausgebreitet, dessen Schichten er gangförmig durchsetzte, und dessen Gerölle er zum Theil in sich aufnahm; auf seiner Oberfläche ist später wieder Sandstein abgesetzt worden, dessen tiefste Schichten nicht selten Porphyr-Detritus enthalten, während weiter aufwärts mehre schmale Kohlenflötze folgen. Geogn. Beschreib. des Königr. Sachsen, Heft II, S. 375 f. — Bei Brassac bildet der Porphyr ein etwa 30 Meter mächtiges Lager, welches nach Baudin so stetig und regelmässig zwischen den Schichten der Steinkohlenformation liegt, dass seine Gleichzeitigkeit mit dieser gewiss nicht bezweifelt werden kann, obgleich auch dort Gänge von Porphyr bekannt sind, welche ja nothwendig vorhanden sein müssen. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 648.

An der Südgränze der Steinkohlenformation von Devonshire, von Boscastle bis Tavistock, treten nach De-la-Beche zwischen den Sandsteinen, Schieferthonen und Schiefern der unteren Etage dieser Formation Grünsteine und Grünsteintuffe (*trapean ashes*) unter solchen Verhältnissen auf, welche ihre Gleichzeitigkeit mit den übrigen Schichten vollständig beweisen. Könnte man vielleicht auch an der Bildungsweise der schiefrigen Grünsteintuffe zweifeln, so würden diese Zweifel bei einer genauen Untersuchung von Brentor-Hill schwinden müssen, dessen Conglomerate aus schlackenähnlichen Stücken bestehen, und die grösste Aehnlichkeit mit den Schlackenconglomeraten der Vulcane besitzen. De-la-Beche glaubt daher, dass während der Periode der Steinkohlenformation bei Brentor ein Vulcan existirte, welcher Asche und Lapilli in das benachbarte Meer warf, wodurch die Tuffschichten gebildet wurden, während seine Lava-Eruptionen die Grünsteinlager lieferten. *Report on the Geol. of Cornwall etc. p.* 119 f. Wie in Devonshire die unterste Etage, so ist es bei Dudley in Staffordshire die oberste Etage der Steinkohlenformation, in welcher Trapptuffe und andere Schichten von Psammiten plutonischer Bildung (*volcanic grit*) auftreten. *Murchison*, *The Sil. Syst. p.* 468. — Auch im Gebiete des Kohlenkalksteins von Irland sind gleichzeitige Grünsteinbildungen bekannt. Der Croghan-Hill bei Philipstown besteht aus einem Conglomerate, welches von Kalkstein bedeckt wird; seine Grundmasse ist ein

*) Wahrscheinlich gehören auch die Porphyre von Figeac und Fins hierher, obgleich sie gewöhnlich für intrusive Bildungen gehalten werden.

inniges Gemeng von Grünstein und Kalk, die eckigen und oft sehr grossen Fragmente bestehen aus Kalkstein, Grünstein und Lydit. Am Grange-Hill in der Bergreihe von Kildare (südwestlich von Dublin) liegt der Kohlenkalkstein auf Grünstein, welcher nahe an der Auflagerungsfläche des Kalksteins eine Menge organischer Ueberreste umschliesst (folglich als Grünstein tuff ausgebildet ist), während er weiter abwärts eine stetige Masse von wirklichem Grünstein darstellt. Auch in der Grafschaft Limerick sind die Wechsellagerungen des Kohlenkalksteins mit plutonischen Gesteinen an vielen Orten, zumal zwischen Pallis und Nicker, sehr deutlich zu beobachten. *Trans. of the geol. soc. V*, 1, *p*. 270 f. — Nach Dufrénoy wechselt bei Noyant (Allier) ein dunkler Grünstein, die sogenannte *roche noire*, zweimal mit dem Sandsteine und Schieferthone, welchen er so regelmässig eingelagert ist, dass man ihn als eine gleichzeitige Bildung betrachten muss. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I. p.* 307. — Die durch ihre organischen Ueberreste als Glieder der Steinkohlenformation charakterisirten grauwackenähnlichen Gesteine von Kreuth bei Bleiberg in Kärnthen stehen nach v. Hauer im innigsten Zusammenhange mit Grünstein und Grünsteinschiefer, welche so regelmässig mit ihnen wechsellagern, dass man geneigt sein möchte, sie für metamorphische Schichten zu erklären. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie, 1850, S. 278.

Zweites Capitel.

Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 354. *Allgemeine Zusammensetzung und Gliederung der Steinkohlenformation.*

Obwohl die Steinkohlenformation in ihren verschiedenen Territorien eine mehr oder weniger verschiedene Zusammensetzung und Gliederung erkennen lässt, so wiederholen sich doch gewisse Verhältnisse in vielen Gegenden mit einer solchen Beständigkeit, dass sie als die charakteristischen Hauptzüge in dem geognostischen Bilde dieser Formation hervorgehoben zu werden verdienen. Dabei ist jedoch vor allen Dingen der S. 451 erläuterte Unterschied der paralischen und der limnischen Ausbildungsweise zu berücksichtigen.

Die paralischen Territorien der Steinkohlenformation sind im Allgemeinen durch das Vorkommen des Kohlenkalksteins und anderer mariner Schichten, durch die Abwesenheit von groben und polygenen Conglomeraten, durch ihre sehr bedeutende Ausdehnung und durch ihre, dieser Ausdehnung entsprechenden Lagerungsformen ausgezeichnet. Dabei pflegt der Kohlenkalkstein entweder vorwaltend die tiefste Etage zu bilden, oder doch wenigstens in der unteren Abtheilung des ganzen Schichten-

systems aufzutreten, während in der oberen Abtheilung die marinen Gesteine und Fossilien allmälig verschwinden, und zuletzt nur noch Sandsteine, Schieferthone und Kohlenflötze die ganze Bildung beschliessen.

In einigen Territorien der Steinkohlenformation kommen zwar hier und dort sparsame marine Organismen vor, ohne dass doch der eigentliche Kohlenkalkstein zur Ausbildung gelangt ist; sie müssen sich an den Meeresküsten unter etwas anderen Verhältnissen gebildet haben, als diejenigen Territorien, in welchen der Kohlenkalkstein vorhanden ist.

Die limnischen Territorien der Steinkohlenformation werden dagegen durch die Abwesenheit des Kohlenkalksteins und aller marinen Fossilien, durch das nicht seltene Vorkommen von groben und polygenen Conglomeraten, durch ihre beschränktere Ausdehnung und im Allgemeinen einfach-bassinförmige Lagerung charakterisirt. Dabei bilden die Conglomerate sehr gewöhnlich und oft in grosser Mächtigkeit die tiefste Etage des ganzen Bassins, während weiter aufwärts Sandstein und Schieferthon vorzuwalten pflegen.

Ueberhaupt aber dürfte der, in der Zusammensetzung der paralischen und der limnischen Territorien hervortretende Unterschied mehr ein partieller als ein allgemeiner sein, indem er sich hauptsächlich nur in der verschiedenen Ausbildungsweise der unteren Abtheilung der Formation zu erkennen giebt, wo namentlich die Anwesenheit oder die Abwesenheit des Kohlenkalksteins als eines der wichtigsten und hervorstechendsten Verhältnisse zu beachten ist.

Bei der Wichtigkeit, welche sonach der Kohlenkalkstein auch in dieser Hinsicht gewinnt, wird es nothwendig, zuvörderst die Lagerungsformen dieses so bedeutungsvollen Formationsgliedes etwas genauer kennen zu lernen.

Der Kohlenkalkstein bildet theils für sich allein oder doch sehr vorwaltend weit ausgedehnte, nach Maassgabe ihrer Schichtenstellung als Decken oder als Zonen erscheinende Ablagerungen, theils setzt er, in beständiger Wechsellagerung mit anderen ihm coordinirten Gesteinen, ähnliche sehr verbreitete Schichtensysteme zusammen, theils erscheint er nur in der Form von untergeordneten Lagern und Stöcken.

Das erstere Vorkommen findet sich in Derbyshire und in anderen Gegenden des mittleren England, in Irland, Belgien, besonders aber in Russland und in Nordamerika, wo es in einem wahrhaft colossalen Maassstabe vorliegt. Die zweite Art des Vorkommens ist in Westphalen, im nördlichen England und in Schottland, in einer Etage des Irländischen Kohlenkalksteins und in manchen Gegenden Nordamerikas zur Ausbildung gebracht. Das Vorkommen in einzelnen Lagern und Stöcken endlich ist z. B. in Devonshire, in Oberfranken und in Schlesien nachgewiesen worden.

Die erste und die zweite Art des Vorkommens sind nicht selten mit einander verbunden, indem ein und dasselbe Schichtensystem, welches hier als eine fast reine Kalkstein-Ablagerung ausgebildet ist, in seiner weiteren Ausdehnung eine Menge Zwischenschichten von Sandstein und Schieferthon, oder von Thonschiefer und Kieselschiefer aufnimmt, bis endlich noch weiterhin das ganze Schichtensystem als eine, vorwaltend aus psammitischen und pelitischen Gesteinen mit untergeordneten Kalksteinschichten bestehende Ablagerung erscheint. Dieses Verhältniss, welches im Allgemeinen unter dem Gesetze der auskeilenden Wechsellagerung (I, 935) steht, gewinnt deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil es den Beweis liefert, dass der Kohlenkalkstein, wenn er auch in manchen Gegenden als eine r e i n e Kalksteinbildung von g r o s s e r Mächtigkeit erscheint, doch n i c h t von der Steinkohlenformation g e t r e n n t, sondern nur als ein eigenthümliches F o r m a t i o n s g l i e d derselben betrachtet werden kann, welches hier zu einem einzigen, mächtigen Schichtensysteme zusammengehalten, dort aber in lauter einzelne, getrennte Schichten zerschlagen ist.

Es ist diese Erscheinung z. B. sehr ausgezeichnet in England, von Derbyshire aus nordwärts gegen die Schottische Gränze hin zu verfolgen; auch der Kohlenkalkstein des rechten Rheinufers, in Rheinpreussen und Westphalen, scheint von Ratingen über Hefel, Limbeck und weiter nach Osten hin, durch immer zahlreichere Einschaltungen von Thonschiefer und Kieselschiefer ein ähnliches Verhältniss zu entfalten.

Die ausgedehnteren Ablagerungen, welche bisweilen über Hunderte und Tausende von Quadratmeilen verbreitet sind, haben auch eine, dieser horizontalen Ausdehnung entsprechende mehr oder weniger bedeutende Mächtigkeit.

So erscheint der Kohlenkalkstein Englands in Südwales 500, im Forest of Dean 700, in Derbyshire zwischen 700 und 800, in Monmouthshire 1000, in der Gegend von Bristol an 1500 und in den Mendiphills z. Th. bis 2000 F. mächtig, wobei jedoch die Zwischenbildungen mit eingerechnet sind; dagegen ist er in anderen Grafschaften, wie z. B. in Shropshire und Staffordshire theils nur stellenweise und mit geringer Mächtigkeit ausgebildet, theils auch gar nicht zur Ausbildung gelangt; (Coalbrookdale und Dudley). In Irland, welche Insel in ihrem Innern fast nur von Kohlenkalkstein gebildet wird, erlangt derselbe, mit allen seinen Zwischenschichten, eine Mächtigkeit, welche stellenweise mehr als 2000 Fuss beträgt. Die Kohlenkalksteinzone von Ratingen, am rechten Rheinufer, ist über 600 Fuss mächtig, und eben so zeigt diese Bildung auf dem linken Rheinufer, in der Gegend von Aachen, so wie in Belgien eine sehr bedeutende Dicke.

Welche grosse V e r b r e i t u n g aber manche Territorien des Kohlenkalksteins erlangen, dafür mögen folgende Beispiele angeführt werden. In Irland kommt der Kohlenkalkstein, mit Ausnahme von Antrim, Derry und Wicklow

in allen Grafschaften vor, breitet sich über einen Raum von mehr als 1000 Quadratmeilen aus, und bildet daher den grössten Theil der ganzen Insel, aber meist nur ebenes und flachhügeliges Land. Er hat dort überhaupt eine weit grössere Ausdehnung, als das über ihm liegende kohlenführende Schichtensystem, welches verhältnissmässig nur in wenigen Gegenden von Irland vorhanden ist. Fast eben so verhält es sich in Russland, wo der Kohlenkalkstein das bei weitem vorwaltende Glied der ganzen Steinkohlenformation bildet, und ungeheuere Flächenräume bedeckt, indem er sich von den Quellen der Wolga und Düna aus einerseits mit sehr grosser Breite über Twer, Moskau und Tula bis an die Oka, anderseits in einem schmäleren Zuge bis an die Küsten des weissen Meeres ausdehnt. Er setzt aber aus diesen Gegenden ostwärts unter den jüngeren Formationen durch ganz Russland bis an den Ural fort, an dessen westlichem Abfall, vom Uralflusse bis weit über den 60. Breitengrad, eine ununterbrochene Zone von Kohlenkalkstein zu verfolgen ist, während er weiterhin auch längs der Timankette hervorragt, daher man wohl behaupten kann, dass er im Europäischen Russland einen Raum von vielen tausend Quadratmeilen einnimmt. — In Nordamerika endlich, wo die paläozoischen Formationen überhaupt in einem so grossartigen Maassstabe ausgebildet sind, ist der Kohlenkalkstein in den Staaten Illinois, Indiana, Kentucky, Tennessee und Michigan, überall als eines der untersten Glieder der Steinkohlenformation bekannt, so dass auch dort seine Ausdehnung nach Tausenden von Quadratmeilen bemessen werden kann.

Von diesen, in einem so grossartigen Maassstabe auftretenden Ablagerungen des Kohlenkalksteins ausgehend, gelangen wir durch seine minder ausgedehnten lagerartigen Vorkommnisse zu seinen kleinsten Gebirgsgliedern, nämlich zu kurzen, stockartigen Lagern, welche hier und da den schiefrigen und psammitischen Gesteinen der unteren Abtheilung der Steinkohlenformation eingeschaltet sind.

Zu den noch sehr mächtigen und weit ausgedehnten Lagern lässt sich z. B. der schon vorhin erwähnte Kalksteinzug von Ratingen rechnen, welcher nur als die östliche Fortsetzung des Kohlenkalksteins von Cornelimünster bei Aachen, von Visé und Chokier in Belgien zu betrachten ist. Weit untergeordneter erscheint das Kalksteinlager von Silberberg in Schlesien, welches nur etwas über eine Stunde weit zu verfolgen und 70—80 F. mächtig ist; dasselbe gilt von dem Kalksteinlager bei Altwasser in Schlesien, und noch weit mehr von denjenigen Lagern und Stöcken, welche bei Trogenau, Regnitzlosau und anderen Orten in Oberfranken bekannt sind*). Auch in Devonshire, wo der Kohlenkalkstein gewöhnlich mit schwarzen Schiefern wechsellagert, ist er nicht selten in

*) Diese Kalksteine sind es, welche auf Section XX der geognostischen Charte des Königreichs Sachsen grösstentheils als Stylastritenkalkstein aufgeführt, und bereits vom Grafen v. Münster und von Braun als Kohlenkalkstein anerkannt wurden. Münster, Beiträge zur Petrefactenkunde, III, 1840, S. 33, und Braun, Verzeichniss der in der Kreis-Naturalien-Sammlung zu Baireuth befindl. Petrefacten, 1840, S. VI.

einzelnen mächtigeren Lagern ausgebildet, welche sich im Streichen allmälig verschmälern und zuletzt auskeilen. Das bedeutendste dieser Lager ist jenes von Holcombe-Rogus, wo der blaulichgraue Kalkstein mit rothem Schiefer und mit Kieselschiefer wechselt, und dem gewöhnlichen Kohlenkalksteine Englands ganz ähnlich ist.

Obgleich nun der Kohlenkalkstein in solchen Ländern, wo er unbedeckt über grosse Flächen zu Tage austritt, und die ganze Kohlenformation vorwaltend repräsentirt, als eine selbständige Bildung erscheint, so ist er dennoch, in diesen, wie in allen anderen Fällen, als ein bloses Glied der paralischen Steinkohlenformation zu betrachten, welches eine den übrigen Gliedern coordinirte Stellung einnimmt, und mit ihnen die Eigenschaft theilt, bald mehr, bald weniger mächtig, bisweilen aber auch gar nicht ausgebildet zu sein. Diese Zugehörigkeit des Kohlenkalksteins zu der Steinkohlenformation wird nicht nur durch seine Wechsellagerung und innige Verknüpfung mit anderen Schichten derselben Formation, sondern auch insbesondere dadurch erwiesen, dass er gar nicht selten von Schichtensystemen unterteuft und getragen wird, welche schon alle Eigenschaften der Steinkohlenformation besitzen; (Irland, Belgien, Russland).

In manchen Gegenden ist ja der Kohlenkalkstein, wie bereits erwähnt wurde, nur in einzelnen Schichten ausgebildet, welche in vielfacher Wiederholung mit Sandstein, Schieferthon und Steinkohlenflötzen abwechseln. Bei solcher Ausbildungsweise liegt es klar am Tage, dass er keine selbständige geognostische Formation bildet, und dass er eben so wenig irgend einer anderen Formation zugerechnet werden kann. Am Crossfell in Northumberland ist z. B. die Hauptmasse des Kohlenkalksteins in 15 verschiedene Lager von 440 Fuss summarischer Mächtigkeit getrennt, welche durch bedeutende Zwischenmittel von Schieferthon abgesondert werden, so dass das ganze Schichtensystem über 1000 Fuss mächtig ist. Das Kohlengebirge von Schottland gleicht insofern dem der nördlichen Reviere von Northumberland, wiefern der Kohlenkalkstein nicht in einer ungetrennten Ablagerung, sondern nur in einzelnen Lagern ausgebildet ist, welche mit Sandstein und Schieferthon abwechseln; und so wiederholt sich in vielen Gegenden Grossbritanniens die Erscheinung, dass der Kohlenkalkstein mehr oder weniger häufige und mächtige Einlagerungen von Sandstein und Schieferthon umschliesst. Bei Marquise im Bas Boulonnais ist nach Verneuil der Kohlenkalkstein in drei Etagen ausgebildet, welche durch zwei mächtige, aus Sandstein, Schieferthon und Steinkohlenflötzen bestehende Zwischenmittel von einander abgesondert werden; *Bull. de la soc. géol. IX, p.* 389. Auch in Südrussland, am Donetz, finden ähnliche Verhältnisse Statt; denn während im Bassin von Moskau und in Nordrussland der Kohlenkalkstein eine einzige, mächtige und nur durch einige Thonlager unterbrochene Ablagerung bildet, so erscheint er am Donetz gegewöhnlich als ein Inbegriff sehr vieler einzelner Kalksteinschichten, welche dem, aus Sandstein, Schieferthon und Kohlenflötzen bestehenden Schichten-

systeme untergeordnet sind; ja nach Le-Play bilden diese Kalksteinschichten gar häufig unmittelbar das Dach oder die Sohle von Steinkohlenflötzen. In Nordamerika wiederholen sich dieselben Verhältnisse; während in einigen Gegenden das kohlenführende Schichtensystem und der Kohlenkalkstein scharf getrennt sind, erscheinen sie in anderen Gegenden durch Wechsellagerung zu einem einzigen Ganzen verbunden; in den westlichen Staaten bedeckt der Kohlenkalkstein ungeheuere Flächen, und wird auf mehr als tausend Engl. Meilen weit vom Mississippi durchschnitten; in Maryland dagegen ist er gar nicht selbständig entwickelt, sondern nur in einzelnen Schichten ausgebildet, welche dem Sandsteine untergeordnet sind. Auch in Ohio, Pennsylvanien und Virginien enthält das eigentliche kohlenführende System noch häufig eingeschaltete Schichten von Kohlenkalkstein mit marinen Conchylien, ja bei St. Louis in Illinois liegt ein 8 Fuss mächtiges Kohlenflötz mitten im Kalkstein.

Für die Unterteufung des Kohlenkalksteins durch andere Etagen der Steinkohlenformation mögen folgende Beispiele angeführt werden. Bei Bristol, im Durchbruche des Avonthales, sieht man nach Bright und Buckland deutlich, wie die mächtige Ablagerung des Kohlenkalksteins von grünen und schwärzlichen Schieferthonen getragen wird, welche stellenweise eine Mächtigkeit von mehr als 300 F. erreichen; denselben *lower limestone-shale* kennt man auch in den Mendiphills. In Berwickshire liegen die ergiebigsten Schichten der Steinkohlenformation unter dem Kohlenkalksteine. In Irland wird der eigentliche Kohlenkalkstein, welcher dort durch den sogenannten Calp in zwei mächtige Etagen gesondert erscheint, von einer Sandsteinbildung getragen, welche im Mittel 600 F. mächtig ist, nach unten eine conglomeratartige Beschaffenheit hat, und stellenweise untergeordnete Schichten von Schieferthon, Kalkstein und sehr schlechter Steinkohle umschliesst. In Belgien liegen nach Dumont unter dem Kohlenkalksteine glimmerreiche Sandsteine, welche einige Kalksteinlagen, nach oben auch ein Kohlenflötz enthalten, und nach ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften schon der Steinkohlenformation zugerechnet werden müssen. Im mittleren Russland, am Waldai, bei Moskau, Tula, Kaluga u. s. w. liegen Sandstein, Sand, Thon und Schieferthon mit schlechten Kohlenflötzen, mit *Stigmaria ficoides* und anderen ächt carbonischen Pflanzen unter dem dortigen Kohlenkalksteine, mit welchem die Steinkohlenformation in diesen Gegenden zu Ende geht. In mehren Staaten Nordamerikas, wie z. B. in Ohio, Kentucky und Indiana, wird die eigentliche Hauptablagerung des Kohlenkalksteins von einer mächtigen Sandsteinbildung (der sogenannten *Waverley series*) getragen, welche in verschiedenen Niveaus Kalksteinlager mit Krinoiden, Productus und Spirifer, gleichsam Vorläufer des höher aufwärts folgenden grossen Kalksteindepots umschliesst, und als ein wirkliches Glied der Steinkohlenformation charakterisirt ist.

Diese Beispiele dürften hinreichen, um die Ansicht zu rechtfertigen, dass der Kohlenkalkstein, ungeachtet seiner erstaunlichen Verbreitung und bedeutenden Mächtigkeit, doch nur als ein Glied der Steinkohlenformation zu betrachten ist; als ein Formationsglied, welches freilich nur da zur Ausbildung gelangen konnte, wo die Entwickelung der ganzen Formation an den Küsten oder auf dem Grunde des Meeres eingeleitet und längere Zeit fortgesetzt worden ist.

Die Gliederung des Kohlenkalksteins wird natürlich verschieden sein, je nachdem er als ein reines Kalksteingebilde von grösserer Mächtigkeit, oder in beständiger Wechsellagerung mit anderen Gesteinsschichten zur Ausbildung gelangt ist; im letzteren Falle erscheint er gar nicht mehr als eine selbständige Ablagerung, wogegen er im ersteren Falle entweder nach petrographischen und paläontologischen Merkmalen, oder auch nach eingeschalteten Zwischenbildungen verschiedene Etagen unterscheiden lässt.

Nach Dumont zerfällt der Kohlenkalkstein Belgiens in drei Etagen, von welchen die unterste aus Kalkstein, die mittlere aus Dolomit, und die oberste abermals aus Kalkstein besteht; beide Kalkstein-Etagen enthalten Nieren von schwarzem und grauem Hornstein, und gleichfarbige Schichten von Kieselschiefer, während die oberste Etage auch schon ein paar Kohlenflötze beherbergt. — Griffith giebt folgende Uebersicht von der Gliederung des Kohlenkalksteins in Irland: Ueber der vorhin erwähnten unteren Sandstein-Ablagerung, welche die dortige Steinkohlenformation eröffnet, folgt zuvörderst eine untere Kalkstein-Etage, welche in den mittleren und südlichen Grafschaften vorwaltend die Oberfläche des Landes bildet, und hauptsächlich aus dunkelgrauen und schwarzen, doch auch stellenweise aus rothen, weissen oder buntfarbigen Kalksteinen besteht. Diese Etage wird von dem sogenannten Calp, einem Wechsel von schwarzem Schiefer, von dünnen Lagen unreinen Kalksteins und von Sandstein bedeckt, welcher 400 bis 1700 Fuss mächtig, oft reich an Nieren von thonigem Sphärosiderit und am besten an den Westküsten von Sligo und Leitrim entblöst ist. Endlich folgt der 500 bis 650 F. mächtige obere Kalkstein, welcher licht rauchgrau, reich an Lagen und Nieren von schwärzlichgrauem Hornstein, aber nur wenig verbreitet ist. — Auch der Kohlenkalkstein Russlands lässt nach Murchison, Verneuil und Keyserling drei Etagen unterscheiden, welche z. Th. durch besondere organische Ueberreste charakterisirt werden; der untere, besonders im Waldai entblöste Kalkstein ist meist dunkelgrau und bituminös, hält stellenweise untergeordnete Sandsteine und etwas Kohle, und ist reich an *Productus giganteus*, *P. antiquatus*, Krinoiden und *Chaetetes radians*; der mittlere Kalkstein von Moskau ist weiss oder hellgelb, oft sandigkörnig wie Grobkalk, und besonders durch *Spirifer Mosquensis* ausgezeichnet; der obere, an der Wolga entblöste Kalkstein ist weiss, muschlig im Bruche, z. Th. schiefrig, und wird vorzüglich durch *Fusulina cylindrica* charakterisisrt, indem die Ueberreste dieser Foraminiferen-Species oft myriadenweise in ihm angehäuft sind.

Nur selten erscheint die Steinkohlenformation in ihrer paralischen Ausbildungsweise mit dem Kohlenkalksteine geschlossen, wie diess z. B. in jenem grossen Landstriche Russlands zwischen dem Waldai, Tula und Archangel, und in dem grössten Theile von Irland der Fall ist. Gewöhnlich folgen zunächst über dem Kalksteine mächtige Ablagerungen von Sandstein und Schieferthon, welche entweder gar keine, oder doch nur wenige und unbedeutende Kohlenflötze enthalten, (*millstone-grit*,

flötzleerer Sandstein), während sich noch weiter aufwärts, zugleich mit einer immer bedeutenderen Entwickelung des Schieferthons, die Kohlenflötze in grösserer Anzahl und Mächtigkeit einstellen.

Diese oberen Stockwerke der paralischen Steinkohlenformation sind es daher, welche als die eigentlichen, oder doch als die vorzugsweise kohlenführenden Abtheilungen derselben in England unter dem Namen *coal-measures* sowohl von dem *millstone-grit*, als auch von dem noch tiefer liegenden Kohlenkalksteine unterschieden werden. Nur äusserst selten lassen sie noch Spuren von marinen Organismen oder Gesteinen erkennen, während im Millstone noch hier und da einzelne Schichten von Kohlenkalkstein, als die letzten Nachzügler der vorausgegangenen Bildung vorkommen. Landpflanzen, und allenfalls noch Ueberreste von Süsswasserthieren, sind die vorwaltenden und charakteristischen Fossilien dieser obersten Abtheilung der paralischen Steinkohlenformation, welche daher in ihren paläontologischen Charakteren, eben so wie in ihrer vorwaltend aus Sandstein, Schieferthon und Steinkohlenflötzen bestehenden Zusammensetzung eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den limnischen Steinkohlenbildungen zu zeigen pflegt.

Die Sandsteine und Schieferthone dieser Abtheilung bilden mehr oder weniger mächtige, in vielfacher Wiederholung über einander ausgebreitete Decken oder Schichtensysteme, zwischen welchen die Kohlenflötze in verschiedenen Niveaus eingeschaltet sind, weshalb denn die einzelnen Flötze von einander durch Zwischenmittel von Sandstein und Schieferthon abgesondert werden, welche eine Mächtigkeit von 10 bis 100 Fuss und darüber besitzen. Dabei erweisen sich die Schieferthone gewöhnlich als die nächsten Begleiter der Kohlenflötze, deren unmittelbares Liegendes oder Hangendes sie bilden, wie es denn auch besonders diese, nahe bei und zwischen den Kohlen liegenden Schieferthone sind, in welchen die Sphärosiderite am häufigsten vorzukommen pflegen.

Wie übrigens eine flötzleere Sandsteinbildung das eigentliche kohlenführende Schichtensystem unterteuft, so wird dasselbe auch bisweilen von dergleichen Sandsteinen bedeckt, in welchem Falle denn die ganze Formation mit einer flötzleeren Etage zu Ende geht.

Auf diese Weise ist z. B. die Steinkohlenformation in einem grossen Theile von England, in Belgien und den zunächst angränzenden Gegenden Frankreichs, in Rheinpreussen und Westphalen, und in mehren Staaten Nordamerikas ausgebildet, wo sich überall der Kohlenkalkstein, der flötzleere Sandstein und das eigentliche kohlenführende Schichtensystem in der hier aufgeführten Ordnung über einander gelagert finden, während nicht selten sowohl unter dem Kalksteine, als auch über dem kohlenführenden Systeme noch andere, schiefrige oder psammitische Gesteine ohne Kohlenflötze gelagert sind.

Wo dagegen der Kohlenkalkstein, der Sandstein und der Schieferthon in beständiger Wechsellagerung ausgebildet sind, wo also in der Zusammensetzung der Formation keine Trennung mehrer, petrographisch verschiedener Hauptglieder ausgesprochen ist, wie z. B. in manchen Revieren von Northumberland und am Donetz in Südrussland, da pflegen auch die Kohlenflötze in unbestimmter Vertheilung zwischen den übrigen Schichten aufzutreten.

Die limnischen Steinkohlenbassins lassen sich ihrer Zusammensetzung nach im Allgemeinen mit den beiden oberen Etagen der so eben geschilderten paralischen Kohlenformation vergleichen. Während ihnen nämlich der Kohlenkalkstein fehlt, so wird der flötzleere Sandstein theils durch Conglomerate, theils durch Sandsteine und Schieferthone vertreten, welche zwar oft eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen, gewöhnlich aber noch keine bauwürdigen Kohlenflötze enthalten, bis endlich höher gelegene Sandsteine und Schieferthone mit mehr oder weniger Kohlenflötzen die ganze Bildung beschliessen. Doch kommt es auch vor, dass das flötzleere Substrat auf sehr wenige Schichten beschränkt ist; ja, man kennt Fälle, wo die ganze Bildung fast unmittelbar mit einem Kohlenflötze eröffnet worden ist.

Die etwa vorkommenden Kalksteine und Dolomite lassen im Allgemeinen eben so wenig irgend eine bestimmte Stelle der Einordnung erkennen, als solches von den verschiedenen eruptiven Gesteinen behauptet werden kann, welche der Steinkohlenformation hier und da eingelagert sind; jedes Bassin lässt in dieser Hinsicht, wie in so vielen anderen Verhältnissen seiner Zusammensetzung, besondere Regeln erkennen. Doch pflegen sich die Kalksteine, eben so wie die Sphärosiderite, fern von den Conglomeraten zu halten, und erst da einzufinden, wo die Sandsteine und besonders die Schieferthone sehr verwaltend geworden sind.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die Conglomerate nicht selten als wahre Grundconglomerate die unterste Etage vieler limnischen Steinkohlenbassins zusammensetzen. In solchen Fällen ist wohl die ganze Bildung mit heftigen alluvialen Operationen eröffnet worden, durch welche der Grund des Bassins mit Fragmenten und Geröllen, überhaupt mit grobem Schutte der benachbarten Gesteine ausgefüllt wurde. Die so gebildeten Conglomerate pflegen aber nach oben immer feinstückiger zu werden, und allmälig in Sandsteine überzugehen, welche anfangs noch mit Conglomeratschichten wechsellagern, weiter aufwärts aber vorherrschend werden und Schieferthon zwischen sich aufnehmen, mit dessen Ueberhandnehmen endlich auch die Kohlenflötze eintreten. Die Grundconglomerate sind in der Regel noch ganz frei von Kohlenflötzen; dagegen finden sich zuweilen auch in den höheren Etagen Conglomerate ein, welche dort mehr oder weniger mächtige Schichtensysteme bilden, und die einzelnen Flötzzüge von einander absondern. In solchen Fällen können auch Kohlenflötze mitten zwischen Conglomeraten vorkommen, obgleich diess immer zu den seltneren Erscheinungen gehören wird.

Wo aber die Grundconglomerate fehlen, wo also gleich anfangs Sandstein und Schieferthon gebildet wurden, da lassen sich auch Kohlenflötze in einem verhältnissmässig tiefen Niveau erwarten; (Döhlener Bassin bei Dresden). Der seltene Fall, dass die ganze Formation unmittelbar mit einem Kohlenflötze eröffnet worden ist, findet sich z. B. in dem bei Niederwürschnitz unweit Stollberg gelegenen Theile des Erzgebirgischen Bassins verwirklicht, wo unmittelbar auf der sanft nach Norden einfallenden, zersetzten und gebleichten Oberfläche des alten Thonschiefers ein bis 5 Ellen mächtiges, sehr reines Kohlenflötz ausgebreitet ist, welches nur stellenweise durch eine aus dunkelgrauem Sandstein und Schieferfragmenten bestehende Breccie vom darunter liegenden Schiefer getrennt wird; dieses Verhältniss findet daselbst überall Statt, so weit die Baue das dortige Steinkohlengebirge aufgeschlossen haben. Auch bei Amaga, in der Südamerikanischen Provinz Antioquia, beginnt nach Degenhardt die Steinkohlenformation sofort mit einem 3 bis 6 Fuss mächtigen Kohlenflötze, welches dem Glimmerschiefer unmittelbar aufliegt. Dasselbe ist nach Lyell mit der (freilich weit jüngeren und wahrscheinlich jurassischen) Kohlenformation von Richmond in Virginien der Fall. Die Erscheinung verdient, ungeachtet ihrer Seltenheit, einige Beachtung, weil sie nicht ganz unwichtig für die Theorie der Entstehung der Kohlenflötze ist.

Die Anzahl der Kohlenflötze ist sehr verschieden, nicht nur in verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation, sondern auch oft in verschiedenen Regionen eines und desselben Bassins; auch kann ihre Bestimmung etwas unsicher werden, weil sie davon abhängt, wie weit man den Begriff Kohlenflötz ausdehnen, oder bis zu welcher Mächtigkeit abwärts man diesen Namen noch für eine aus Steinkohle bestehende Schicht oder Lage gelten lassen will. Gewöhnlich werden sehr schmale, nur einen oder ein paar Zoll mächtige und nicht weit fortsetzende Lagen gar nicht mitgezählt, und häufig nur diejenigen berücksichtigt, welche wenigstens stellenweise eine bauwürdige Mächtigkeit erlangen, was denn freilich wiederum sehr relativ ist.

Das Vorkommen nur eines einzigen Kohlenflötzes gehört zu den Seltenheiten; in der Regel sind ihrer mehre vorhanden, die in verschiedenen Abständen über einander liegen. In vielen Fällen kommen 3 bis 10, oder auch zwischen 10 und 20, in manchen Fällen 30 bis 50 und darüber, in einigen Fällen sogar 100 und mehr Flötze über einander vor. Doch schwanken die Zahlen, selbst innerhalb eines und desselben Bassins, von einer Gegend zur anderen, weil sich nicht selten schmale Kohlenlagen in ihrer weiteren Ausdehnung zu förmlichen Flötzen vermächtigen, oder weil sich bisweilen Flötze, welche hier getrennt sind, dort zusammenlegen und zu einem einzigen Flötze vereinigen. Sehr häufig findet übrigens das Gesetz Statt, dass die Anzahl der Flötze und ihre mittlere Mächtigkeit zu einander in einem umgekehrten Verhältnisse

stehen, indem die einzelnen Flötze bei sehr grosser Anzahl derselben nur wenig mächtig zu sein pflegen, wogegen sie oft grössere Mächtigkeiten zeigen, wenn sie in geringerer Anzahl vorhanden sind.

Wo aber eine etwas grössere Anzahl von Flötzen vorliegt, da erscheinen sie nicht selten innerhalb einzelner Etagen des ganzen Schichtensystemes zu Gruppen oder Zügen zusammengedrängt, welche durch mächtige flötzleere Etagen von einander getrennt werden.

Im Döhlener Bassin unweit Dresden kennt man z. B. 4, und im Bassin von Zwickau 9 bis 10 verschiedene Flötze; in Niederschlesien sind an verschiedenen Punkten 12 bis 80, in Westphalen eben so 20 bis 70 verschiedene Flötze nachgewiesen worden, von denen freilich manche nur eine geringe Mächtigkeit besitzen. Im südöstlichen Reviere von Bristol kennt man 37 Flötze mit 82 Fuss Kohle, am Fusse der Mendiphills 50 bis 60, sehr schmale und nur wenig bauwürdige Flötze, in Südwales nach Horner 84 Flötze von 1 Zoll bis 9 Fuss Mächtigkeit, und in Lancashire nach Binney nicht weniger als 120 Flötze. In Belgien finden sich nach Dumont bei Lüttich 85 Flötze, während deren bei Mons 115 bekannt sind; im Mittelrheinischen oder Pfälzer-Saarbrücker Kohlenbassin kennt man zwischen Bettingen und Tholey 164 Flötze mit einer summarischen Mächtigkeit von 338 Fuss; in Südrussland endlich, am Donetz, sollen nach Le-Play nicht weniger als 225 Ausstriche eben so vieler verschiedener Flötze von mehr als 400 Fuss Gesammtmächtigkeit bekannt sein. Dieses letztere Beispiel dürfte die grösste Zahl von Kohlenflötzen liefern, welche bis jetzt auf unserer Erde nachgewiesen worden ist, wenn sie nicht vielleicht noch von den Flötzen im Fürstenthum Schweidnitz übertroffen wird, wo in der Linie von Fürstenstein bis Albendorf die Zahl derselben auf 500 und vielleicht mehr noch berechnet werden kann, ohne die unzählige Menge kleiner und sich bald auskeilender Kohlenlagen. Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. I, 102.

Wo sehr viele Flötze über einander vorkommen, da liegen sie oft nach oben näher beisammen, als nach unten, wie diess z. B. in Westphalen in den Mulden von Heisingen, Steele, Hörde u. a. O. der Fall ist.

§. 355. *Lagerungsformen und Architektur der Steinkohlenformation.*

Die Steinkohlenformation zeigt gewöhnlich eine bassinartige oder muldenähnliche Lagerungsform, welche jedoch, nach der Grösse des Areales und nach Maassgabe anderer Umstände, sehr verschiedentlich ausgebildet sein kann. Ihre paralischen Territorien erreichen oft eine erstaunlich grosse horizontale Ausdehnung, und bilden in solchem Falle mächtige Decken von fast horizontaler oder sanft undulirter Schichtung, welche sich jedoch an ihren Rändern ganz allmälig herausheben, weshalb dergleichen Territorien eine äusserst flache, und in sehr grossem Maasstabe ausgebildete bassinartige Lagerung darstellen. Werden sie

irgendwo von Gebirgsketten begränzt, so pflegen ihre Schichten am Fusse dieser Ketten stärker aufzusteigen, mehr oder weniger undulirt zu sein, bis endlich an die Stelle der regelmässigen und horizontalen Schichtung vielfache Mulden und Sattel, oder auch steil aufgerichtete, verticale und selbst überkippte Schichtenzonen treten. Auch können sich hier und da, selbst mitten innerhalb des horizontal ausgedehnten Gebietes, einzelne Zonen von steilerer Schichtenstellung, von sattel- oder muldenförmiger Beschaffenheit vorfinden.

So ist z. B. die Lagerung der grossen Steinkohlenformation Nordamerikas beschaffen. Während sie in den westlichen und inneren Staaten über Tausende von Quadratmeilen fast vollkommen horizontal liegt, hebt sie sich allmälig gegen die Alleghanykette heraus, zeigt dabei anfangs sanfte Undulationen, welche aber am westlichen Abfalle dieser Kette in starke Faltungen übergehen, so dass dort eine vielfache Mulden- und Sattelbildung vorliegt. Das nachstehende von Lyell entlehnte Diagramm giebt eine ungefähre Vorstellung von diesen Lagerungsformen der dortigen Steinkohlenformation.



Mississippithal — Kohlenfeld von Illinois — Cincinnati — Appalachisches Kohlenfeld — Westabfall der Alleghanies

a. Silurische Formation *c.* Kohlenkalkstein
b. Devonische Formation *d.* Kohlenführendes Schichtensystem

Dieses Bild stellt nämlich einen, über 120 geogr. Meilen langen Durchschnitt des Landes, von den Ufern des Mississippi bis an den Abfall der Alleghanies dar, welcher von Westen nach Osten quer durch das Kohlenfeld von Illinois und durch das Appalachische Kohlenfeld bis in das steil aufgerichtete Schichtensystem der Alleghanykette reicht. Man sieht, wie die silurische, die devonische und die carbonische Formation, welche letztere besonders im westlichen Felde auch den Kohlenkalkstein erkennen lässt, gleichförmig gelagert auf einander folgen, und in der Nähe so wie im Gebiete der Alleghanies gleichmässig von denselben grossartigen Bewegungen der Erdkruste afficirt worden sind, welche weiter östlich in der Axe dieser Gebirgskette noch viel gewaltsamere Convulsionen des Schichtenbaues verursacht haben, wie solche das in doppelt grossem Maassstabe auf S. 994 des ersten Bandes dargestellte Profil andeutet. Westlich von den Alleghanies tritt dagegen die fast vollkommen horizontale Lagerung ein, indem nur durch die bei Cincinnati hervortretende sanfte Kuppel der silurischen und devonischen Formation ein schwaches Ansteigen der Schichten und zugleich eine Trennung der beiden grossen Kohlenfelder bewirkt wird.

Das Appalachische Kohlenfeld erstreckt sich nach H. Rogers von NO. nach SW. auf 156 geographische Meilen Länge, erlangt dabei eine grösste Breite von 40 Meilen, und besitzt einen Flächenraum von wenigstens 3000 Quadratmeilen. Der Ohio, der Alleghany und der Monongahela durchströmen den tieferen Theil dieses colossalen Kohlenfeldes, und haben die horizontalen

Kohlenflötze durchschnitten, deren Ausstriche an den Thalgehängen oft mehre Meilen weit wie schwarze Bänder verfolgt werden können. Fast jeder Grundbesitzer kann dort auf seinem Lande mit Leichtigkeit ein Kohlenwerk anlegen, da er nur horizontal in die regelmässig gelagerten Kohlenflötze einzubrechen braucht. — Das gesammte bituminöse Kohlen-Territorium der Vereinigten Staaten aber, in welchem grossentheils diese fast horizontale Schichtung waltet, hat einen Flächenraum von mindestens 6250 geogr. Quadratmeilen. Denn, westlich von dem Appalachischen Kohlenfelde breitet sich in den Staaten Illinois, Indiana und Kentucky das fast eben so grosse Kohlenfeld von Illinois aus, und nördlich von beiden liegt zwischen dem Huronsee und Michigansee das kleinere Kohlenfeld von Michigan.

Auf ähnliche Weise ist die Lagerung der, grösstentheils mit dem Kohlenkalksteine abgeschlossenen Steinkohlenformation des mittleren und nördlichen Russland beschaffen, welche gleichfalls mit horizontaler Schichtung über einen Raum von mehren tausend Quadratmeilen zu Tage austritt, sich nach Osten unter der unermesslichen Decke der Permischen Formation verbirgt, um endlich am Westabfalle des Ural, als eine steil geneigte mächtige Schichtenzone hervorzutauchen. Was die Appalachische Kette für die Nordamerikanische, das ist der Ural für diese Russische Steinkohlenformation, welche, mit Berücksichtigung ihrer zwar unsichtbaren, aber unzweifelhaft vorhandenen östlichen Fortsetzung, einen noch weit grösseren Flächenraum einnimmt, als jene transatlantische Bildung.

Auch in Irland findet diese ganz flache bassinförmige Lagerung in einem grossartigen Maassstabe Statt, obwohl das ganze Schichtensystem stellenweise zu flach gewölbten Satteln und ähnlich gestalteten Mulden gefaltet, und auch an seinen Rändern mehr oder weniger aufgerichtet worden ist, wie solches nach Weawer unter Anderem in dem kohlenführenden Districte von Killenaule sehr deutlich beobachtet werden kann. Uebrigens stellen die wenigen, über dem weit verbreiteten Kohlenkalksteine vorhandenen kohlenführenden Sandstein-Ablagerungen meist sehr flache Bassins oder Mulden dar, welche dem Kalksteine ganz regelmässig aufgelagert sind.

An diese grössten Ablagerungen der Steinkohlenformation schliessen sich andere an, welche, obwohl von weit geringerer horizontaler Ausdehnung, doch noch eine so flache muldenförmige Lagerung besitzen, dass ihre Schichten auf grosse Strecken fast horizontal liegen, oder doch nur eine geringe Neigung erkennen lassen, welche gewöhnlich erst an den Rändern des Bassins in ein bedeutenderes Ansteigen übergeht.

Diess ist z. B. der Fall mit der Pfälzer-Saarbrücker Steinkohlenformation, welche, auf 12 Meilen Länge und 5 Meilen Breite entblöst, einen Raum von ungefähr 60 Quadratmeilen erfüllt, und eine im Allgemeinen ganz flache Mulde bildet, deren Schichten an der Nordgränze, von Mettlach bis Bingen, 18 bis 20° südliches, an der Südgränze, von Saarbrück bis Lebach, eben so starkes nördliches Einfallen zeigen. Doch erleidet diese regelmässige Lagerung stellenweise durch Porphyre und Melaphyre bedeutende Störungen.

Auch die Oberschlesische Steinkohlenformation, welche zwar nur über einen Raum von 22 Quadratmeilen entblöst, aber vielleicht über einen viermal grösseren Raum vorhanden ist, zeigt eine äusserst regelmässige Lagerung, indem sich das ganze Schichtensystem mit sehr geringem Fallen nach Norden einsenkt, und nur an seinem südlichen Rande mit etwas steilerer Schichtenstellung heraushebt; einzelne Stellen, wie z. B. die Gegend von Kobilau und Peterzkowitz, lassen allerdings Ausnahmen erkennen, indem die Schichten dort bis zu senkrechter Stellung aufgerichtet sind.

Bei Zwickau und Niederwürschnitz in Sachsen, so wie ebendaselbst in dem kleinen Kohlenbassin von Flöha, und in dem Döhlener Bassin unweit Dresden findet im Allgemeinen eine ähnliche Lagerung Statt, obwohl besonders das letztere Bassin mancherlei bedeutende Störungen erfahren hat.

Ganz anders erscheinen die Verhältnisse da, wo die Steinkohlenformation von jenen grossartigen und gewaltsamen Bewegungen ergriffen worden ist, welchen auch die Uebergangsformationen jene merkwürdige Lagerung und Architektur zu verdanken haben, von der oben S. 323 die Rede war. Dann sind die, ursprünglich als horizontale Decken oder als flache Bassins abgesetzten Schichtensysteme zu vielen steilen Mulden und Satteln, zu fächerförmigen und giebelförmigen Schichtenzonen zusammengefaltet worden, in welchen sich nicht selten verticale, bisweilen sogar überkippte, immer aber eine mehr oder weniger stark aufgerichtete Schichtenstellung zu erkennen giebt; dann wird die grandiose Einfachheit der ursprünglichen Lagerungsform durch eine Manchfaltigkeit von vielen einzelnen, in einander greifenden Specialformen ersetzt, und eine oft äusserst complicirte Architektur hervorgebracht, in welcher sich gewöhnlich noch folgende Gesetze nachweisen lassen:

1) dass die Flügel aller grösseren Mulden und Sattel ein gemeinschaftliches mittleres Streichen behaupten (vergleiche I, S. 927 und 990);

2) dass da, wo die beiden Flügel der Mulden eine auffallende Verschiedenheit des Fallens zeigen, das stärkere Fallen alle, nach derselben Weltgegend liegenden Muldenflügel betroffen hat, und

3) dass die Muldenlinien und Sattellinien (I, 925) in ihren geradlinig verlaufenden Theilen eine allgemeine schwache Einsenkung nach einer und derselben Richtung zeigen.

Die sehr steilen Muldenflügel sind bisweilen zu mehren kleineren Falten zickzackförmig zusammengestaucht, wie es sich denn überhaupt sowohl in den horizontalen als in den verticalen Querschnitten dieser Architektur gar häufig kund giebt, dass die grösseren Mulden und Sattel kleinere Formen der Art in sich verschliessen.

Während die Flügel aller Mulden und Sattel in der Regel einen geradlinigen und regelmässigen Verlauf haben, so sind die Wendungen derselben gewöhnlich als stetig gekrümmte halbumlaufende Schichtensysteme (I, S. 923), bisweilen auch als scharfe keilförmige Buchten und Jöcher ausgebildet. Eine ähnliche Verschiedenheit lassen auch die Muldenbäuche und Sattelrücken wahrnehmen, welche gewöhnlich stetig gewölbt, zuweilen aber auch scharf gekielt sind.

Dass diese, an und für sich schon so verwickelte Architektur noch ausserdem durch spätere Zerstörung und Abtragung, durch das Eingreifen jüngerer eruptiver Bildungen, und durch manche andere, vielleicht lange nach der Aufrichtung und Faltung eingetretene Bewegungen der äusseren Erdkruste einen noch höheren Grad der Verwickelung erlangen konnte, und dass es dann oft grosse Schwierigkeiten haben wird, die ursprüngliche Einfachheit des ganzen Baues zur Vorstellung zu bringen, diess bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Durch die Zerstörung und Abtragung grösserer Partieen sind nicht nur die sogenannten Luftsattel (I, S. 995), sondern auch häufig die, theils kleineren theils grösseren isolirten Bassins und Mulden entstanden, welche nicht selten in der Nachbarschaft grösserer Territorien der Steinkohlenformation angetroffen werden, mit denen sie ursprünglich in stetigem Zusammenhange gestanden haben. Ja, es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass viele und sehr bedeutende, gegenwärtig isolirt erscheinende Mulden nur die, vermöge ihrer tieferen Lage und sicheren Einbettung vor der Zerstörung bewahrt gebliebenen Ueberreste eines ehemals weiter ausgedehnten Schichtensystems sind.

Die kleineren limnischen Kohlenbassins sind oft nach dem Schema einer einzigen, mehr oder weniger langgestreckten Mulde ausgebildet, deren Flügel wohl zuweilen eine fast gleiche, häufiger jedoch eine auffallend ungleiche Neigung besitzen. Dagegen kann auch in den grösseren Bassins der Art, zumal an beiden Enden, ein ziemlich complicirter Schichtenbau eintreten, sobald überhaupt eine starke Aufrichtung des ganzen Schichtensystems Statt gefunden hat.

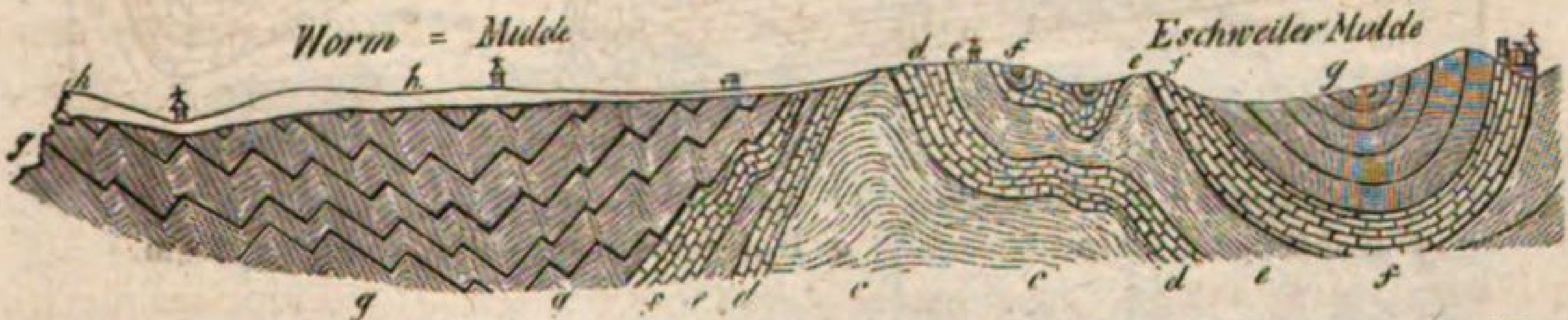
Eigentlich ist die ganze, so eben geschilderte Architektur als das Resultat grossartiger Störungen zu betrachten, denen die betreffenden Territorien der Steinkohlenformation unterworfen gewesen sind. Weil aber diese Störungen den ganzen Schichtenbau gleichmässig ergriffen und nach einem und demselben durchgreifenden Gesetze umgestaltet haben, so schien es uns zweckmässig, die Resultate derselben hier, bei der Betrachtung der allgemeinen Architektur der Steinkohlenformation, zur Sprache zu bringen. Von anderen, mehr partiellen und localen Störungen wird weiter unten die Rede sein. Ihrer

praktischen Wichtigkeit wegen dürfte es nicht überflüssig sein, diese Architektur durch einige Beispiele zu erläutern.

Die grosse, von Osten nach Westen streichende, an beiden Enden unter dem Meeresspiegel verborgene Mulde, welche die Steinkohlenformation in Devonshire und Cornwall bildet, zeigt nach den Schilderungen von Murchison und Sedgwick auf beiden Seiten ein steiles, aber ziemlich gleichmässiges Aufsteigen ihrer Flügel, ist aber in ihrem Innern zu zahllosen antiklinen und synklinen Zonen zusammengefaltet, deren Axen, eben so wie die Schichten, fast genau von Osten nach Westen streichen*). *No words*, sagen die genannten beiden Geologen, *can exaggerate the number and violence of these contortions, sometimes in regular undulating curves, sometimes in curves broken at their points of contrary flexure, sometimes, though more rarely, thrown into salient and reentering angles.* Dabei kommen Beispiele vor, wie z. B. sehr ausgezeichnet bei Mill-Hook an der Küste von Cornwall, dass Schieferschichten, welche zwischen mächtigen Sandsteinbänken liegen, stark gewunden sind, während der Sandstein nur eine einfache Aufrichtung erfahren hat; (I, S. 992).

Héron de Villefosse hat schon auf die merkwürdigen Verhältnisse der Westphälischen Steinkohlenformation aufmerksam gemacht, welche später sehr vollständig durch v. Dechen geschildert worden sind. Im Essen-Werdener Revier treten viele äusserst schmale Mulden und Sattel neben einander auf, welche alle von NO. nach SW. streichen, und deren Schichten wie lauter sehr langgestreckte ellipsoidische Wannen (*jattes ellipsoides*) in einander geschachtelt sind; *Richesse minerale, II*, 1819, *p.* 426. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich nach v. Dechen fast an der ganzen westlichen Gränze des dortigen Steinkohlen-Territoriums.

Das in der Gegend von Aachen an der Worm liegende Bassin der Steinkohlenformation zeigt eine sehr auffallende, durch vielfache Zickzack-Faltungen ausgezeichnete Structur, wie es das nachstehende, von Baur entlehnte Profil zeigt,



Herzogenrath Bardenberg Grevenberg Verlautenheid Stollberg

c. Grauwacke *f.* Kohlenkalkstein
d. Devonischer Kalkstein *g.* Kohlenführendes Schichtensystem
e. Uebergangsschichten *h.* Braunkohlenformation.

in welchem auch die weiter östlich liegende Eschweiler Mulde erscheint, deren ursprünglicher Zusammenhang mit der Wormer Mulde gar nicht bezweifelt

*) Diess bestätigt auch De-la-Beche; das ganze System, sagt er, ist gefaltet und zu lauter Satteln und Mulden gestaucht, welche fast ostwestlich streichen. *Rep. on the Geol. of Cornwall etc. p.* 124.

werden kann. Schulze hat bereits im Jahre 1822 folgende Momente als die wichtigsten Verhältnisse des dortigen Gebirgsbaues hervorgehoben:

1) Wiederholte Sattel- und Muldenbildung nach der Richtung NNW., beide sehr scharf, als Kämme und Graben erscheinend;

2) Parallelismus und steile Lage aller südlichen Muldenflügel, welche theils senkrecht stehen, theils 80° in N. oder 85° in S. fallen;

3) Flache Lage der etwa 30° in SO. fallenden nördlichen Flügel;

4) Allgemeine Einsenkung aller Mulden- und Sattellinien gegen Nordost.

Im Bardenberger Reviere liegen 13 Hauptsattel und Hauptmulden neben einander, welche in der Horizontalprojection äusserst spitze Zickzacklinien darstellen; ähnliche Verhältnisse treten in der Vertical-Ebene hervor.

Da das Westphälische, das Aachener, das Belgische und das angränzende Nordfranzösische Steinkohlenterritorium alle einem und demselben, von Dortmund bis Valenciennes 45 Meilen langen Zuge der grossen Nordrheinischen Steinkohlenformation angehören, so lässt sich erwarten, dass in Belgien und in den benachbarten Gegenden Frankreichs ähnliche Verhältnisse wiederkehren werden. Diess ist denn auch wirklich der Fall, und namentlich liefern diese Gegenden sehr auffallende Beispiele für die verschiedenartige Ausbildung der einander gegenüberliegenden Muldenflügel.

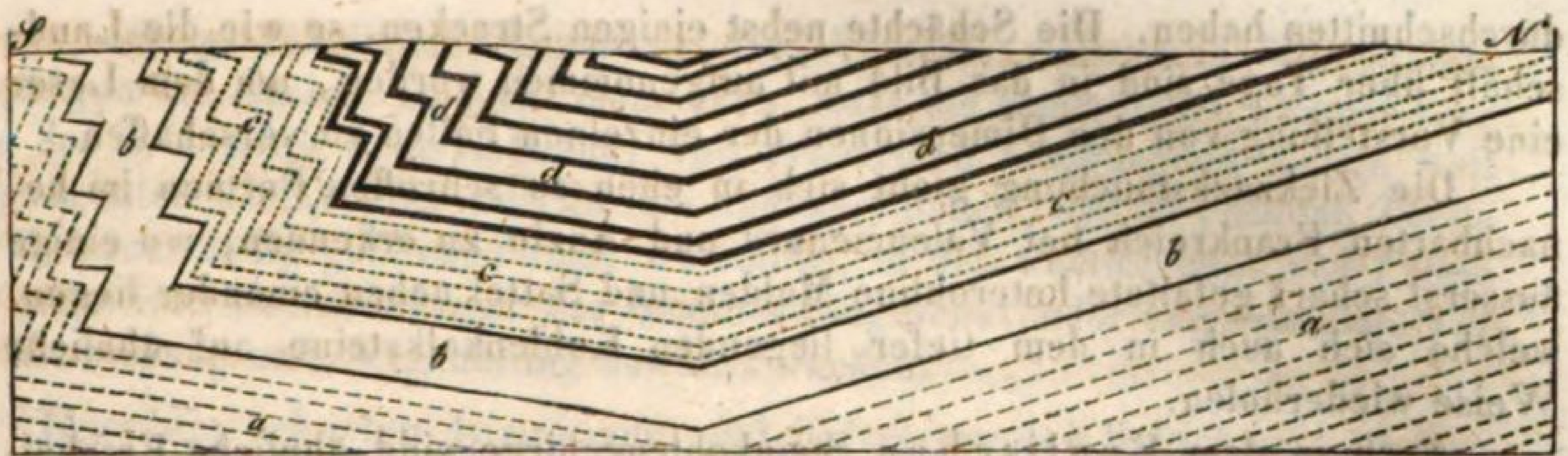
In der Mulde von Lüttich, welche bei einer Breite von 30,000 Fuss, in ihrem untersten Flötze die Tiefe von 3650 Fuss erreicht, fallen alle Flötze auf der Nordwestseite sehr flach und regelmässig; auf der Südostseite aber gehören senkrechte, widersinnig geneigte und geknickte Flügel bei den tieferen Flötzen zur Regel, während die höheren Flötze auch dort ihre flache Lagerung beibehalten. Bei Chokier, nahe am Ende des Lütticher Bassins, treten



e Devonische Formation. *i* Alaunschiefer.
f Kohlenkalkstein. *g* Kohlenführendes Schichtensystem.

zwei Mulden hervor, von denen die eine bei Chokier selbst als eine heterokline, die andere bei Ramet als eine amphikline Mulde ausgebildet ist; der flötzleere Sandstein wird dort fast nur durch Alaunschiefer vertreten.

Sehr merkwürdig ist auch die Architektur der grossen Mulde von Mons; sie streicht von Osten nach Westen, und lässt die drei Hauptglieder der paralischen Kohlenformation, den Kohlenkalkstein, den flötzleeren Sandstein und das eigentliche kohlenführende Schichtensystem erkennen, in welchem letzteren 115 schmale Flötze über einander liegen. In dem Profile durch Jemappe beträgt die Muldenbreite des tiefsten Flötzes 28,000 und die Muldentiefe desselben 5,500 Fuss; die Architektur des Ganzen lässt sich ungefähr durch nachstehendes Diagramm veranschaulichen.

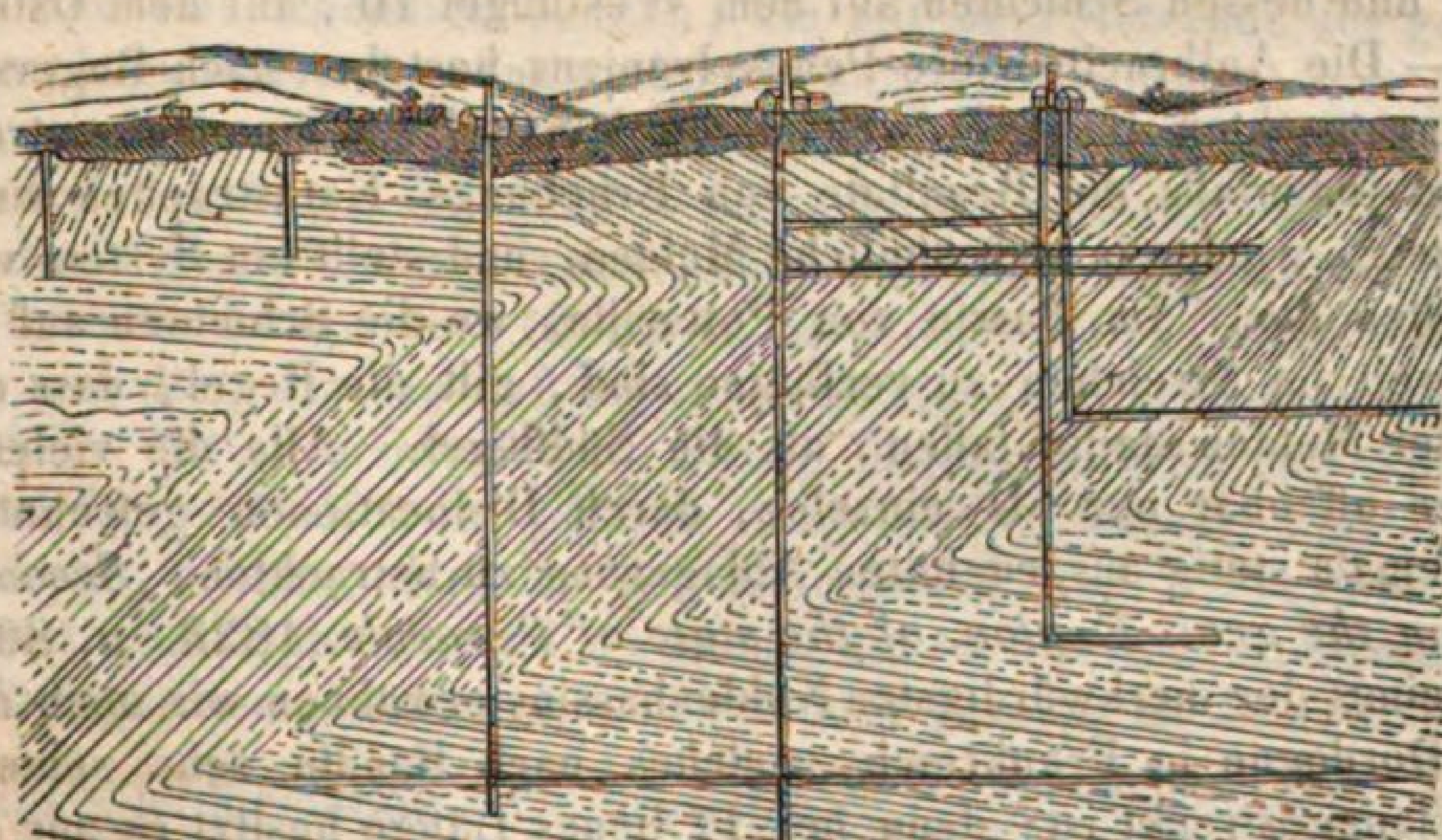


Ideales Profil der Mulde von Mons.

a. Devonische Formation — *c.* Flötzleerer Sandstein
b. Kohlenkalkstein — *d.* Kohlenführendes Schichtensystem.

Die Nordflügel steigen alle flach und sehr regelmässig auf; die Südflügel zeigen anfangs ein ähnliches Ansteigen, richten sich aber plötzlich zu einer sehr steilen Lage auf, und sind dabei in wiederholte zickzackförmige Falten zusammengestaucht, wodurch der übrigens sehr einfache Bau in diesem Theile äusserst complicirt wird. Zur Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung ist die Annahme fast nothwendig, dass die obere Hälfte des ganzen Südflügels durch eine gewaltige Kraft erhoben und nach Norden hinausgedrängt wurde. Da der flötzleere Sandstein, der Kohlenkalkstein und die Schichten der devonischen Formation dieselbe Lagerung zeigen, so war wohl jene Kraft keine andere, als diejenige, welche auch das Gebirge der Ardennen hob, und die wunderbaren Mulden und Sattel in der dortigen Uebergangsformation verursachte. Die Muldenlinie des tiefsten Kohlenflötzes liegt in vorstehendem Profile etwa 5000, und die Muldenlinie des Kohlenkalksteins 8000 Par. F. unter dem Meeresspiegel; (v. Dechen und v. Oeynhausen, in Karstens Archiv, Bd. X, S. 107 ff.).

Um das ganz Ausserordentliche dieses Gebirgsbaues noch mehr im Detail und in einer recht auffallenden Weise zu veranschaulichen, dazu wird die nachstehende Figur dienen, welche einen Theil des Bassins von Mons aus



derjenigen Region darstellt, wo die vorerwähnten Zickzackfaltungen im höchsten Grade Statt finden. Der Durchschnitt betrifft das Grubenfeld der Schächte von Ostenne und Piqueries, welche dieselben Flötze stellenweise drei Mal

durchschnitten haben. Die Schächte nebst einigen Strecken, so wie die Landschaft über Tage sind in das Bild mit aufgenommen worden, um dem Leser eine Vorstellung von den Dimensionen der einzelnen Falten zu verschaffen.

Die Zickzackstauchung giebt sich in eben so schroffen Formen im benachbarten Frankreich bei Valenciennes und Anzin zu erkennen, wo einige äusserst scharf gefaltete heterokline Mulden und Sattel neben einander liegen, welche sich auch in dem tiefer liegenden Kohlenkalksteine auf ähnliche Weise wiederholen.

Auch in dem Englischen Steinkohlengebirge sind ähnliche Erscheinungen bekannt. Bei Pitcot unweit Nettlebridge in dem Bassin von Bristol stehen die Schichten nach Buckland und Conybeare so vollkommen vertical, dass ein seigerer Schacht fast 500 Fuss tief auf einem und demselben Kohlenflötze abgeteuft werden konnte, und auf der Bilborough-Grube bei Vobster sind die Schichten Z-förmig geknickt, so dass ein und derselbe Schacht dasselbe Flötz drei Mal durchschnitten hat; zweimalige Durchschnitte der Art sind dort häufig vorgekommen. Dabei bemerken die genannten Beobachter ausdrücklich, dass bei Vobster die steil aufgerichteten Schichten des Schieferthons sehr stark gewunden sind, während die Kalkstein- und Sandsteinschichten noch ebenflächig erscheinen.

Uebrigens zeigen auch die grösseren und einfacheren Bassins Grossbritanniens ganz gewöhnlich die Erscheinung, dass die beiderseitigen Muldenflügel ein sehr verschiedenes Fallen besitzen. Das Steinkohlenbassin von Südwales, welches sich von der St. Brides Bay in Pembrokeshire bis nach Pontypool in Monmouthshire, 20 geogr. Meilen in westöstlicher Richtung erstreckt, und bei Swansea bis auf 4 Meilen ausbreitet, stellt eine einzige grosse Mulde dar, deren Nordflügel nur bis 10° in Süd einfällt, während der Südflügel bis 45° Fallen erreicht, und auch in mehre scharfe Sattel gefaltet ist; die westliche Muldenwendung liegt unter dem Meere; die östliche ist weit und halbkreisförmig ausgebildet. Genau östlich von dieser Mulde tritt das kleine Bassin des Forest of Dean auf, dessen Länge 2 Meilen in nordsüdlicher Richtung beträgt, und dessen Schichten auf dem Westflügel 10°, auf dem Ostflügel 80° fallen. — Die Anthracitreviere Pennsylvaniens bestehen nach Rogers aus vielen langgestreckten Bassins, welche durch Sattel von einander getrennt werden, und jedenfalls die Resultate von Erhebungs-Katastrophen sind; jedes Bassin zeigt wieder in sich ähnliche Mulden, und stellt ein System von parallelen Falten dar. Im Bassin von Pottsville, wo die Schichten auf 50 Engl. Meilen weit im Streichen zu verfolgen sind, gilt die Regel, dass die Nordflügel aller Mulden steiler fallen, als die Südflügel. Alle die vielen Bassins sind aber offenbar nur als einzelne, durch Dislocationen getrennte Theile einer ehemals stetig ausgedehnten Ablagerung zu betrachten. *Second annual Report on the geol. Explor. of the state of Pennsylv.* 1838, *p.* 80.

Als eines der merkwürdigsten Kohlenbassins erwähnen wir noch das an der oberen Dordogne in Frankreich, welches nach Baudin sehr schmal, aber äusserst langgestreckt ist; denn bei 17 lieues Länge besitzt es nur eine mittlere Breite von 1200 Metern, welche bei Champagnac bis auf 3000 M. wächst, bei Jalleyrac aber sogar bis auf 100 M. herabsinkt. Seine Schichten sind sehr steil aufgerichtet, umschliessen mehre Kohlenflötze, und bilden mehr eine langgestreckte, im Granite eingeklemmte Zone, als ein eigentliches Bas-

sin in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. Alle seine Verhältnisse bestätigen die Ansicht Elie-de-Beaumont's, dass die sämmtlichen kleinen Bassins des primitiven Centralplateaus von Frankreich ursprünglich einem weit ausgedehnten Steinkohlen-Territorium angehört haben, dessen einzelne Theile nur da rückständig geblieben sind, wo solche, in den Vertiefungen und Falten der primitiven Formation und des Granites eingesenkt oder eingeklemmt, vor der Zerstörung und Wegführung bewahrt wurden.

Dass die scharfen Biegungen und Faltungen der Schichten, an den Stellen der grössten Krümmung, also in den Sattelrücken und Muldenbäuchen nicht selten Zerreissungen und andere gewaltsame Zerrüttungen aller Schichten überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere verursacht haben müssen, diess lässt sich erwarten, und ist auch in der That schon öfters beobachtet worden.

So gedenkt Héron de Villefosse einer steilen Mulde von der Grube Eggerbänke in der Grafschaft Mark in Westphalen, deren Bauch ganz zerrüttet ist, und ein wild durch einander gestürztes Haufwerk von Sandstein, Schieferthon und Steinkohlen darstellt. Auch auf der Grube General zeigte sich eine Mulde in der Nähe ihres Kieles sehr auffallend zerborsten und zerrüttet; *Richesse minerale*, *taf.* 27, *fig.* 8 und 9. Nach Schulze dürfte es in dem Kohlenreviere an der Worm bei Aachen nur wenige Sattel geben, deren Flügel nicht an der Stelle des Sattelrückens von einander gerissen und an einander verschoben wären; gewöhnlich hat der flachere Flügel den steileren zurückgedrängt, und sich an der Bruchspalte etwas herabgezogen. Nöggerath, Rheinland-Westphalen, I, 308. Eine wahrscheinlich ebenfalls hierher gehörige Erscheinung sind die sogenannten *slashes* in Pembrokeshire, kleine Mulden, welche in ihrer Tiefe aus zermalmtem Anthracit*) bestehen; so findet sich bei Broadhaven ein solcher *slashe*, in welchem die zermalmte Kohlenmasse 16 bis 17 Faden tief aushält. Sie liegen stets auf Linien gewaltsamer Brüche, und sind wahrscheinlich Spalten, die mit dem Materiale der gegen einander gestauchten Enden der Anthracitflötze ausgefüllt wurden. *The Silurian System*, *p*. 376. Ein Seitenstück zu diesen *slashes* liefert die im (devonischen) Kohlengebirge der unteren Loire im Linneville-Schachte nachgewiesene und mit dem Namen *plateur* belegte Bildung: eine Kohlenmasse von 60 bis 70 Meter Länge und 12 bis 15 M. Höhe, welche nach oben in zwei flötzartig gestaltete Massen aufsteigt, die in einer der höheren Strecken als zwei wirkliche Flötze erscheinen. Grosse Sandsteinblöcke mit polirter Oberfläche sind in die Kohle des *plateur* eingeknätet, dessen Entstehung Viquesnel dadurch erklärt, dass bei der Aufrichtung und Dislocation des Schichtensystems eine Höhle entstand, in welche die noch weiche Kohlenmasse mehrer Flötze eingepresst wurde. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, *p*. 96.

Die Steinkohlenformation wird natürlich in ihren verschiedenen Territorien eine sehr verschiedene Mächtigkeit zeigen. Kleinere

*) Die Kohlenflötze sind nämlich in Pembrokeshire fast alle von anthracitischer Natur.

Bassins entfalten gewöhnlich eine geringere Mächtigkeit ihrer Glieder, als grössere Bassins; die paralischen Territorien aber werden, nicht nur wegen der bedeutenden Grösse ihrer Gebiete, sondern auch wegen der Einschaltung des Kohlenkalksteins und der oft noch unter ihm liegenden Schichtensysteme, im Allgemeinen eine grössere Mächtigkeit erlangen können, als die limnischen Kohlenbassins. Wo daher die paralische Kohlenformation in ihrer ganzen Vollständigkeit entwickelt ist, da wird sie nicht selten eine summarische Mächtigkeit von vielen tausend Fuss aufzuweisen haben.

Binney veranschlagt die Gesammtmächtigkeit aller Schichten im Bassin von Lancashire auf 6600 Fuss; aus den vorher angegebenen Zahlen ergiebt sich, dass die Kohlenformation in Belgien bei Mons eine Mächtigkeit von mehr als 8000 Fuss besitzen muss. In Südwales schwankt die Mächtigkeit des kohlenführenden Schichtensystems zwischen 600 und 12000 Fuss; rechnet man noch hierzu 600 Fuss, welche auf den Millstonegrit, und 900 Fuss, welche auf den Kohlenkalkstein kommen, so stellt sich das Maximum der Totalmächtigkeit auf 13500 Fuss heraus. Sie wird jedoch noch von der Kohlenformation in Neuschottland übertroffen, deren Dicke von Logan in der Gesammtheit aller ihrer Glieder auf 14570 Fuss berechnet wird. In den Vereinigten Staaten Nordamerikas dürfte die Mächtigkeit nicht viel geringer sein, obgleich sich dort im Gebiete der Steinkohlenformation ein ähnliches Verhältniss herausstellt, wie es oben S. 371 und 394 für die Uebergangsformationen erwähnt worden ist, dass nämlich viele der Conglomerat- und Sandsteinmassen von Osten nach Westen allmälig zur Auskeilung gelangen, wogegen der Kohlenkalkstein besonders im Westen vorhanden ist. *Lyell, Manual of geology*, 3. *ed. p.* 329. Die grösste bis jetzt nachgewiesene Mächtigkeit hat wohl die Saarbrücker Kohlenformation, in welcher, wie v. Dechen durch wiederholte Aufnahmen gefunden hat, das tiefste, in der Gegend von Duttweiler bekannte Kohlenflötz, bei Bettingen, nordöstlich von Saarlouis, bis zu 19406 und 20656 Fuss unter den Meeresspiegel hinabreicht; also bis zu einer Tiefe, welche der Höhe des Chimborazo über dem Meeresspiegel gleichkommt, und in welcher die Erdwärme über 200° betragen würde, dafern sie auch in so grossen Tiefen noch gleichmässig zunehmen sollte. Kosmos, I, S. 419.

§. 356. *Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenflötze*).*

Die Steinkohle bildet in der Regel stetig fortsetzende Schichten oder Lager, die sogenannten Kohlenflötze, welche sich nur durch ihr Material von den übrigen Schichten der Formation unterscheiden, in

*) Des Meiste, was in diesem Paragraphen von den Flötzen der eigentlichen Steinkohlenformation gesagt wird, gilt auch von denen in älteren und jüngeren Formationen vorkommenden Steinkohlenflötzen, und insbesondere von denen der silurischen, devonischen und permischen Formation.

ihrer Ausdehnung und Lage aber gerade so verhalten, wie diese. Sie treten in grösseren oder kleineren Intervallen zwischen den Sandstein- und Schieferthonschichten auf, welche die kohlenführenden Etagen der Formation vorzugsweise zusammensetzen, und erscheinen daher im Querschnitte wie mehr oder weniger breite, parallele, weit fortlaufende schwarze Bänder, durch welche das, gewöhnlich hellfarbige Schichtensystem von Distanz zu Distanz unterbrochen wird. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden, von einem Zoll bis zu 10, 20 und mehren Fuss; die ganz schmalen Kohlenschichten, welche auch gewöhnlich nicht weit fortsetzen, werden als Kohlen*schmitzen*, Kohlen*säume* oder Kohlen*lagen* von den eigentlichen Kohlen*flötzen* unterschieden.

Die Stetigkeit und Regelmässigkeit ihrer Ausdehnung ist oft erstaunenswerth, indem sie als vollkommene Parallelmassen mit ebenen Begränzungsflächen auf grosse Distanzen hin verfolgt werden können, nicht selten fast spiegelglatte Ablosungsflächen besitzen, und sich ununterbrochen über Räume von vielen Quadratmeilen ausbreiten. Doch kommen auch Flötze vor, welche eine mindere Regelmässigkeit und eine geringere Ausdehnung zeigen, oder auch so unstetig ausgebildet sind, dass statt eines eigentlichen Flötzes nur ein flötzartig ausgebreitetes System von lenticularen, ellipsoidischen oder anders gestalteten Kohlenstöcken zu erkennen ist.

Im Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirge setzen nach Schmidt sogar manche *schmale* Kohlenflötzchen mit bewundernswerther Stetigkeit fast durch den ganzen Bereich des Bassins, und auch im Westphälischen Kohlengebirge zeichnen sich nach v. Dechen die Flötze durch ihr grosses Aushalten im Streichen, durch ihren ununterbrochenen Verlauf quer durch alle Mulden und Sattel, und dadurch aus, dass sie auf meilenweite Distanzen dieselbe Mächtigkeit und Beschaffenheit behaupten. In Oberschlesien ist nach v. Oeynhausen die Regelmässigkeit der Flötze ganz erstaunlich; sie streichen oft auf mehre hundert Lachter weit genau in derselben geraden Linie, haben vollkommen parallele Begränzungsflächen, und liegen einander auch völlig parallel. — Am Donetz in Südrussland zeigen zwar die Flötze nach Le-Play im Allgemeinen keine so weite und stetige Ausdehnung wie in anderen Gegenden; desungeachtet lassen sich am rechten Ufer des Krivoi-Toretz *dieselben* Ausstriche in den Seitenschluchten auf 20 Kilometer (also fast 3 geogr. Meilen) weit verfolgen. In Northumberland und Durham ist das High-Main-Flötz über einen Raum von 80, und das Low-Main-Flötz über einen Raum von 200 Englischen Quadratmeilen bekannt. — Die grösste Ausdehnung ist wohl an dem Pittsburger Flötze in der grossen Nordamerikanischen Kohlenformation nachgewiesen worden: die Gebrüder Rogers haben dasselbe sehr genau durch die Staaten Pennsylvanien, Ohio und Virginien verfolgt, und gefunden, dass es sich über einen elliptischen Raum von 225 Engl. Meilen Länge, 100 Meilen Breite und 14000 Quadratmeilen Flächeninhalt verbreitet; die mittlere

Mächtigkeit dieses, sonach über 690 geogr. Quadratmeilen stetig ausgedehnten Flötzes beträgt aber nur 10 Fuss.

Die ungleichmässige, unstetige und unterbrochene Ausbildung der Flötze kommt weit seltener in den paralischen, als in den limnischen Kohlenterritorien vor. So unter anderen nach Burat in dem grossen limnischen Kohlenbassin des Departement der Saône und Loire, wo die Flötze oftmals unterbrochen, dafür aber auch stellenweise sehr mächtig ausgebildet sind. Auch in der (devonischen) Kohlenformation der unteren Loire kommt nach Viquesnel eine derartige Ausbildung ganz gewöhnlich vor, so dass nur selten ein Kohlenmittel 100 Meter weit fortsetzt, ohne durch eine Verdrückung unterbrochen zu werden; die kohlenleeren Intervalle sind meist nur wenige, zuweilen aber bis 200 Meter lang. Mitunter erscheinen diese Kohlenstöcke als verticale schilfähnliche Säulen; Cordier hat ein paar solcher Säulen von Saint-Georges-Chatelaison beschrieben, deren eine 253, die andere 400 Meter lang war, und Blavier beschrieb eine verticale fast vierseitige Säule von la Bazouge.

Dass die Mächtigkeit der Kohlenflötze gar häufig in einem umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Anzahl steht, wurde schon Seite 495 gelegentlich bemerkt. Diese Behauptung ist wenigstens insofern gerechtfertigt, wiefern bei einer sehr grossen Anzahl von Flötzen die Mächtigkeit der einzelnen weit geringer zu sein pflegt, als sie oftmals bei einer kleinen Anzahl von Flötzen getroffen wird, ohne dass man jedoch in allen Fällen bei wenigen Flötzen eine grosse Mächtigkeit vorauszusetzen berechtigt ist. In den meisten sehr flötzreichen Territorien pflegt die mittlere Mächtigkeit der Flötze etwa 3 Fuss zu betragen, und wohl öfter unter, als über diesen Mittelwerth zu fallen; in vielen flötzarmen Territorien dagegen sind Mächtigkeiten von 10, 20, 30 Fuss und darüber nicht so gar selten; ja, in einigen limnischen Kohlenbassins erreicht die Kohle stellenweise die erstaunliche Mächtigkeit von 100 Fuss und darüber. Solche ganz excessive Mächtigkeiten kommen jedoch nur bei sehr kurzen, als Lagerstöcke ausgebildeten Flötzen, oder auch als locale Anschwellungen ausgedehnterer Flötze vor, lassen sich aber wohl niemals in weit fortsetzenden Flötzen auf grosse Distanzen verfolgen.

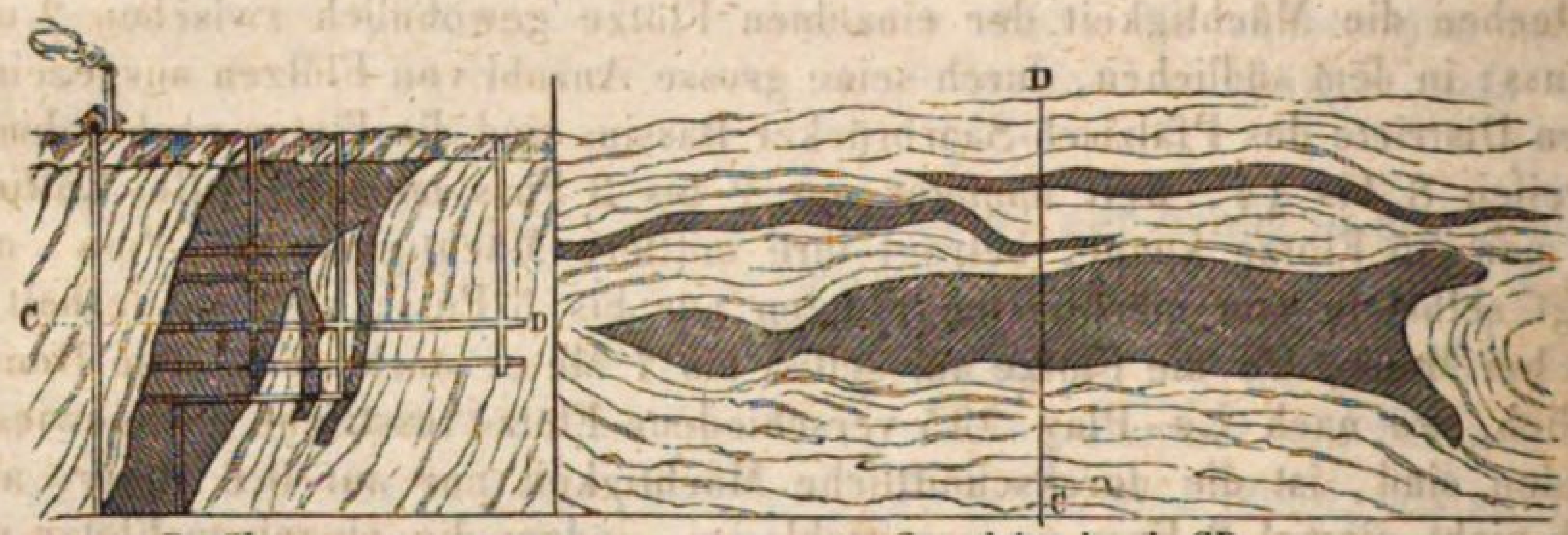
In den stetig und weit ausgedehnten Flötzen pflegt die Mächtigkeit sehr constant zu sein, und nur innerhalb grösserer Distanzen eine ganz regelmässige und allmälige Zunahme oder Abnahme zu zeigen, weshalb denn an jedem einzelnen Beobachtungspunkte die Oberfläche und die Unterfläche einander vollkommen parallel erscheinen. Dabei ist in vielen Fällen die Regel erkannt worden, dass die Flötze von dem Rande des Bassins nach dessen Tiefe und Mitte hin einer allmäligen Vermächtigung unterworfen sind; nur in seltenen Fällen kommt das Gegentheil

vor; überhaupt aber dürfte die Zunahme oder Abnahme der Mächtigkeit nach der Muldentiefe wesentlich von dem Umstande abhängig sein, ob man es mit einer ursprünglichen, oder mit einer secundären, (d. h. mit einer, in Folge von Dislocationen, durch bassinartige Parcellirung eines ausgedehnteren Territoriums entstandenen) Mulde zu thun hat. Manche Flötze sind vielfältigen und bedeutenden Mächtigkeitswechseln unterworfen, was endlich so weit gehen kann, dass sie gar nicht mehr in stetiger Ausdehnung vorliegen, sondern zu vielen einzelnen Lagerstöcken zerschlagen sind; eine Erscheinung, welche besonders bei den sehr mächtigen Flötzen gewisser limnischer Kohlenbassins vorkommt.

In dem sehr flötzreichen Westphälischen Kohlengebirge schwankt nach v. Dechen die Mächtigkeit der einzelnen Flötze gewöhnlich zwischen 2 und 4 Fuss; in dem südlichen, durch seine grosse Anzahl von Flötzen ausgezeichneten Districte des Pfälzisch-Saarbrücker Bassins sind die Flötze nach Schmidt zuweilen 8 bis 14, weit häufiger nur 2 bis 3 Fuss mächtig. Bei Lüttich, wo man 85 Flötze kennt, beträgt ihre mittlere Mächtigkeit 2,4 Fuss, und steigt selbst in den mächtigsten Flötzen nur bis 5 Fuss; eben so verhält es sich bei Mons, wo die Flötze nur selten bis 1 Meter stark sind. Am Donetz endlich, wo nach Le-Play 225 verschiedene Flötz-Ausstriche nachgewiesen worden sind, ist die durchschnittliche Mächtigkeit nur auf 0,6 Meter, also noch nicht einmal 2 Fuss zu veranschlagen, indem die einzelnen Flötze nur selten 1 Meter erreichen, und nur eines derselben über 2 Meter stark ist. Bei Kobilau und Hultschin in Oberschlesien, wo 30 Flötze bekannt sind, beträgt die Stärke der einzelnen nur 1 bis 4 Fuss; im Allgemeinen aber ist nach v. Oeynhausen die Oberschlesische Kohlenformation eben so ausgezeichnet durch die bedeutende Mächtigkeit, wie durch die regelmässige Lage ihrer Flötze; die erstere schwankt gewöhnlich zwischen 10 und 14, und steigt zuweilen bis 20 und 30 Fuss; ja bei Dombrowa und Bendczin kennt man sogar ein über 40 Fuss mächtiges Flötz. Bei Zwickau in Sachsen, wo nur 8 oder 9 Flötze vorliegen, erlangen die meisten eine Stärke von 6 bis 8 Fuss, während das sogenannte tiefe Planitzer Flötz 20 bis 24, und das Ruskohlenflötz sogar bis 30 Fuss stark ist; im Döhlener Bassin bei Dresden sind 4 Flötze bekannt, von denen das bedeutendste gewöhnlich eine Mächtigkeit von 12 bis 20 Fuss besitzt.

Als einige Beispiele von ungewöhnlich grosser Mächtigkeit der Kohlenflötze mögen noch folgende angeführt werden. Während in der flötzreichen Kohlenformation Grossbritanniens im Allgemeinen schmale Flötze vorwalten, so kennt man bei Dudley in Staffordshire ein 30 F. mächtiges Flötz, welches früher an seinem Ausstriche steinbruchsmässig abgebaut worden ist, und noch gegenwärtig in vielen Gruben abgebaut wird; ja, bei Johnston, im Bassin von Clackmannanshire, zeigt ein Flötz die ausserordentliche Mächtigkeit von 90 Fuss, von welcher man jedoch vermuthet, dass sie durch eine Ueberschiebung zweier Flötztheile hervorgebracht worden sei. — In Spanien, bei Sabero in Leon, kommen nach Casiano de Prado Flötze vor, welche, obgleich ihre Zahl sehr bedeutend ist, stellenweise 50 und 60, ja sogar bis 100 F. Mächtigkeit erreichen.

In Frankreich ist das Bassin von Creuzot (Saône und Loire) schon lange berühmt wegen der oft ganz excessiven Mächtigkeit seiner Flötze, welche zugleich sehr ungleichmässig und unstetig ausgebildet zu sein pflegen. Bei Creuzot selbst beträgt die Mächtigkeit des Hauptflötzes 10 bis 12, stellenweise sogar 15 bis 20 Meter während sich dasselbe an anderen Puncten bis auf 2 Meter verschmälert, und oftmals gänzlich auskeilt; es stellt daher dieses Hauptflötz eigentlich ein System von Lenticularstöcken dar, die sich gegen einander auskeilen, und wiederum anlegen, so dass dort innerhalb einer Distanz von 1800 Meter 7 dergleichen Stöcke unterschieden werden können. Auf dem Gegenflügel des Bassins, bei Montchanin, wird eine Kohlenmasse abgebaut, welche meist 30 bis 40, stellenweise jedoch über 70 Meter oder 215 P. Fuss mächtig ist, und in der That nur als ein unregelmässiger Lenticularstock betrachtet werden kann. Der nachstehende Holzschnitt giebt eine Ansicht



Profil — Grundriss durch CD.

dieses Kohlenstockes im Profile und im Horizontal-Querschnitte, aus welchem letzteren es deutlich hervorgeht, dass man es bei Montchanin gar nicht mit einem eigentlichen Flötze, sondern mit einer stockartigen Ablagerung zu thun hat, dergleichen ja überhaupt in dem dortigen Bassin zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Im Bassin von Decazeville (Aveyron) kennt man ein wirkliches sehr mächtiges Flötz, welches aus drei Hauptbänken besteht, von denen die obere 10, die mittlere 7, und die untere 3 Meter stark ist, so dass die ganze Mächtigkeit, die Schieferthonmittel ungerechnet, 20 Meter oder 62 P. Fuss beträgt; ausserdem sind dort nur noch 2 Flötze bekannt. Das Kohlenflötz von Firmy erreicht eine Stärke von 13 Meter; noch mächtiger ist das Flötz von la-Salle, wo ein verticaler Schacht 24 Meter tief in Kohle abgeteuft wurde, ohne sie zu durchsinken, obgleich das Flötz nur 25 bis 30° in Nordost fällt; Cordier schrieb dieser Kohlenmasse, welche jedenfalls zu den stockartigen Ablagerungen gehören dürfte, eine Mächtigkeit von 103 Metern, oder 317 Fuss zu. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 284.

Für die Zunahme der Mächtigkeit vom Ausgehenden nach der Tiefe liefern z. B. in Sachsen die Bassins von Ebersdorf bei Chemnitz, von Döhlen bei Dresden, und Würschnitz bei Stollberg, ferner die Kohlenreviere Oberschlesiens, Grossbritanniens und vieler anderer Länder häufige Beispiele; ein auffallendes Beispiel vom Gegentheile findet sich nach Weawer im Bassin von Tortworth, dessen Flötze sich in der Tiefe fast gänzlich auskeilen.

Die Kohlenflötze erscheinen nur selten in ihrer ganzen Mächtigkeit als eine stetige und ungetheilte Kohlenmasse; meistentheils bestehen sie

aus mehren Lagen oder Bänken von Steinkohle, welche gewöhnlich durch schmale Lagen von Letten oder Schieferthon (sogenannte Schären), durch Faserkohle, bisweilen durch Brandschiefer oder Sandstein von einander abgesondert werden, und in grosser Regelmässigkeit auf einander folgen. Diese bankförmige Gliederung pflegt meist sehr deutlich hervorzutreten, weil die schmalen Lettenlagen wie weisse oder hellgraue, parallele Bänder zwischen den schwarzen Kohlenbänken hinlaufen; sie ist oftmals mit einem Wechsel der Qualität der Kohle verbunden, indem jede Bank aus einer besonderen Kohlensorte besteht, oder doch wenigstens eine, von jener der vorausgehenden und der folgenden Bank etwas abweichende Beschaffenheit besitzt.

Die bankförmige Gliederung ist bei den sehr mächtigen Flötzen eine nicht ganz unwillkommene Erscheinung, indem die Letten oder Schären ein äusserst sicheres Anhalten und zugleich ein grosses Erleichterungsmittel bei der Unterschrämung der Kohle gewähren. Gewöhnlich werden in jedem Bassin die verschiedenen Bänke der einzelnen Flötze durch besondere Namen unterschieden. Ihre qualitative Verschiedenheit mag vielleicht, wie Hutton und Lindley vermuthen, in der verschiedenen Natur derjenigen Pflanzen begründet sein, welche die Kohle gebildet haben. *The fossil Flora of Great Britain*, *II*, *p. XXVII.*

Von der, die einzelnen Flötzbänke durchschneidenden Zerklüftung und dadurch bewirkten parallelepipedischen Absonderung der Steinkohle ist bereits oben S. 479 die Rede gewesen.

Die Letten- und Schieferthonlagen, welche die einzelnen Flötzbänke absondern, sind zwar im Allgemeinen sehr schmal, und meist nur einige Linien bis ein paar Zoll stark, lassen sich aber desungeachtet auf grosse Distanzen verfolgen, so dass bisweilen ein und dasselbe Flötz in seiner ganzen Ausdehnung in dieselbe Anzahl von Bänken abgetheilt erscheint. Doch kommt es auch nicht selten vor, dass diese Zwischenlagen nach einer bestimmten Richtung hin allmälig an Mächtigkeit zunehmen, so dass eine, anfangs nur zollstarke Schäre weiterhin ein paar Fuss, und in noch grösserer Entfernung viele Fuss mächtig wird, bis sie endlich die Dimensionen eines förmlichen, aus Schieferthon und Sandstein bestehenden Schichtensystems erlangt, und das Kohlenflötz selbst in zwei verschiedene Flötze abgesondert erscheinen lässt; eine Erscheinung, welche sich natürlich, in entgegengesetzter Richtung verfolgt, als die Vereinigung zweier Flötze zu einem einzigen Flötze darstellen wird. Wenn dieses Verhältniss bei mehren Schären zugleich eintritt, so kann sich ein und dasselbe Kohlenflötz in mehre verschiedene Flötze zerschlagen; oder umgekehrt, wenn sich die Zwischenmittel mehrer über einanderliegender Flötze allmälig bis zu blossen Schären verschmä-

lern, so können sich mehre getrennte Flötze zu einem einzigen, mächtigeren Flötze zusammenlegen.

Dieses Zerschlagen der Flötze nach gewissen Richtungen, oder auch dieses Zusammenlegen derselben, ist eine in vielen Territorien der Steinkohlenformation vorkommende Erscheinung, welche mit zu den Ursachen gehört, durch welche die genaue Bestimmung der Anzahl der Flötze erschwert oder doch unsicher gemacht wird.

So bildet z. B. nach Schmidt ein 8 Fuss mächtiges Flötz des Saarbrücker Kohlengebirges im Grosswalde auf der Ostseite ein Ganzes, während sich in viertelstündiger Entfernung nach Westen schon einige, bis 2 Fuss mächtige Schieferthonschichten einschalten, durch deren weitere Vermächtigung es endlich in der Gegend von Völklingen in mehre schmale Flötze abgetheilt erscheint. — Nach v. Gutbier's Vermuthung sollen die bei Zwickau, auf dem rechten Muldenufer bekannten Reinsdorfer Flötze nur die östliche Fortsetzung des, in viele einzelne Flötze zerschlagenen tiefen Planitzer Flötzes sein, welches schon auf dem linken Muldenufer bei Bockwa eine sehr bedeutende Entwicklung seiner Schären erkennen lässt. — Im Bassin von Rive-de-Gier in Frankreich sind auf der Grube Gagne-Petit das dritte und vierte Flötz am Schachte Jabin durch 0,4, am Schachte Thiolier durch 16, und zuletzt bei der Grube la Roche durch 24 Meter Schieferthon getrennt. Bei Centras, im Bassin von Alais, kommen drei, in der Tiefe ganz entschieden getrennte Flötze nach oben zur Vereinigung, so dass man aus einem in das andere gelangen kann, ohne die Kohle zu verlassen; ähnliche Erscheinungen kennt man im Bassin von Saint-Gervais (Hérault), wo auch in den Gruben von Boussagne mehre Flötze fächerartig aus einander treten. Im kleineren Maassstabe wiederholen sich dergleichen Verhältnisse in sehr vielen Kohlenrevieren; in einem recht grossartigen Maassstabe aber in Pennsylvanien, wo 7 Anthracitflötze, welche bei Pottsville durch mächtige Zwischenmittel von grobem Sandstein und von Quarzconglomerat getrennt werden, innerhalb der Distanz von einigen Meilen immer näher an einander rücken, bis sie sich endlich zu einem einzigen, 40 bis 50 Fuss mächtigen, sehr reinem Anthracitflötze vereinigen. *Lyell Manual of elem. Geol.* 3. *ed. p.* 330.

Wie alle übrigen Schichten und Lager, so endigen auch die Kohlenflötze theils mit einer Auskeilung, theils durch Abstossung, theils mit Ausstrichen an der jetzigen oder ehemaligen Gebirgsoberfläche (I, 501); die Auskeilung ist jedoch oftmals eine locale Erscheinung, in welchem Falle man nur auf der Schichtungsfuge fortzugehen braucht, in welcher solches eintritt, um das Flötz wiederum aufzufinden. An ihren Ausstrichen pflegen die Flötze sehr unrein und zerrüttet zu sein, und eine schlechte, magere oder rusige Kohle zu führen, weil sie dort vielleicht Jahrtausende hindurch den Einflüssen der Atmosphärilien und Gewässer ausgesetzt waren, durch welche eine Auslaugung, Zersetzung und Verunreinigung derselben bewirkt werden musste.

Uebrigens dürfen die ursprünglichen Bildungsränder der Flötze

nicht mit ihren Ausstrichen verwechselt werden; diese letzteren können für ein und dasselbe Flötz in sehr verschiedenen Regionen seines Verbreitungsgebietes zur Ausbildung gelangt sein, können sich daher vielfältig wiederholen und selbst in der centralen Region des Flötzes herausheben, während die Bildungsränder der Flötze nur an der äusseren Gränze ihres Gebietes liegen, oft gar nicht als Ausstriche erscheinen, und nicht selten auf bedeutende Strecken zerstört und weggeführt worden sind.

Nach Virlet soll sich die durch die Atmosphärilien verursachte Verunedlung der Steinkohlenflötze zuweilen bis auf 200 und 300 Fuss Tiefe von ihren Ausstrichen herein bemerkbar machen. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *III*, *p.* 152. Dass sie übrigens an den verdeckten, d. h. an denen durch jüngere Formationen überlagerten Ausstrichen eben so wohl wie an den offenen Ausstrichen vorkommt, diess ist begreiflich, weil auch jene Ausstriche lange Zeit frei gelegen haben können, bevor sie bedeckt wurden, und weil gerade die Auflagerungsflächen sehr gewöhnlich dem Wasser zugänglich sind, welches dort noch gegenwärtig seine Wirksamkeit bethätigen kann. Auf diese Weise sind auch die ähnlichen Zersetzungen und Zerrüttungen zu erklären, welche die Kohlenflötze bisweilen von denen sie durchsetzenden Klüften und Gängen aus erfahren haben.

Gewöhnlich schneiden die Kohlenflötze an ihrem unmittelbaren Hangenden und Liegenden scharf ab, und nur selten sind sie mit selbigem durch Uebergänge oder durch eine Art von Wechsellagerung verbunden. Ihr Liegendes oder ihr Sohlgestein ist meist ein mehr oder weniger sandiger Schieferthon, welcher zuweilen krummschieferig und verworren, gar häufig aber mit so vielen Stigmarien erfüllt ist, dass man diese Sohlschieferthone (*underclays*) als den Grund und Boden betrachtet, auf welchem zunächst durch eine üppige Vegetation jener Stigmarien und der mit ihnen zusammenhängenden Pflanzen die Bildung der Kohlenflötze eingeleitet wurde. Bisweilen ruhen die Kohlenflötze unmittelbar auf Sandstein, selten auf Kalkstein, und noch seltener auf Conglomerat. Ihr Hangendes oder ihr Dachgestein pflegt am öftersten aus Schieferthon zu bestehen, welcher gewöhnlich geradschieferig und in der Regel sehr reich an mancherlei verkohlten Pflanzenresten ist, weshalb denn diese über den Flötzen liegenden Schieferthone für das Studium der Flora der Steinkohlenformation ganz besonders ergiebig sind. In denselben Schieferthonen kommen auch die Sphärosiderite am häufigsten vor. Selten bilden Sandstein oder Kalkstein, am seltensten Conglomerate das unmittelbare Dach der Kohlenflötze. Im Allgemeinen ist daher der Schieferthon als der gewöhnlichste Begleiter der Flötze zu betrachten, deren Dach sowohl als deren Sohle in den meisten Fällen aus ihm zu bestehen pflegt.

Dass Kohlenflötze unmittelbar auf Conglomerat liegen, oder von Conglomerat bedeckt werden, ist eine nur selten beobachtete Erscheinung. Sie kommt in der Anthracitregion Pennsylvaniens vor, wo die Steinkohlenformation mit einer mächtigen, von rothem Schieferthon getragenen Ablagerung von Quarzconglomerat eröffnet wird, welcher nicht selten, wie z. B. bei Pottsville, im Mahanoy-Revier und anderwärts, schon Anthracitflötze unmittelbar eingeschichtet sind, dergestalt, dass die Quarzgerölle bisweilen Eindrücke im Anthracit bilden. *H. Rogers*, *first annual Report*, 1836, *p.* 17. Im Fürstenthume Schweidnitz werden die Flötze häufig, ja fast immer unmittelbar von grosskörnigem Conglomerate bedeckt. Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. u. s. w. I, S. 101. Auch in Frankreich kennt man mehrorts Kohlenflötze zwischen Conglomeraten. Für das Vorkommen von Kohlenflötzen unmittelbar über oder unter Schichten von Kohlenkalkstein sind bereits oben S. 491 einige Beispiele angeführt worden. Ueberhaupt aber dürften alle diejenigen Fälle, wo die Steinkohle unmittelbar auf Conglomerat oder Kalkstein, auf Thonschiefer, Granit und anderen Gesteinen, ohne Dazwischenkunft von Schieferthon und Sandstein, aufgelagert ist, von einiger Bedeutung für die Theorie der Kohlenflötze sein.

Was die stigmarienreichen Sohlschieferthone oder die *underclays* betrifft, welche bereits in so vielen Territorien der Steinkohlenformation Englands, Nordamerikas, Westphalens u. a. Länder als eine fast gesetzliche Erscheinung nachgewiesen worden sind, so hat wohl zuerst Logan auf die Wichtigkeit und Bedeutung derselben aufmerksam gemacht (*Phil. Mag. and Journ. of sc.* 3. *ser. vol.* 18, *p.* 217 und *vol.* 20, *p.* 430), worauf später ihre Verhältnisse besonders von Lyell einer weiteren Untersuchung unterworfen worden sind, durch welche Logan's Ansichten und Folgerungen bestätigt wurden. Uebrigens hat es v. Dechen schon im Jahre 1823 hervorgehoben, dass das Liegende aller Flötze in der Westphälischen Kohlenformation von Stigmarien-Schieferthon gebildet wird. Das Liegende aller bekannten Flötze, sagte er, ist gewöhnlich ein unreiner sandiger Schieferthon, dessen Mächtigkeit zwischen 1 Zoll und 2 Lachtern schwankt. Derselbe ist immer erfüllt mit vegetabilischen Ueberresten, welche in dem Liegenden aller Flötze gleich sind, wie verschieden und manchfaltig auch diejenigen sein mögen, welche in dem Hangenden vorkommen. Sie scheinen nämlich alle zu den Stigmarien (Variolarien) zu gehören. Nöggerath's Rheinland-Westphalen, II, S. 117.

Obwohl die Kohlenflötze gewöhnlich als stetige und regelmässige Parallelmassen, als vollkommene Schichten oder Lager erscheinen, so sind sie doch auch manchen Anomalieen unterworfen, welche theils die Regelmässigkeit ihrer Form, theils die Stetigkeit ihrer Ausdehnung betreffen. Dabei berücksichtigen wir jedoch zunächst nur diejenigen Unregelmässigkeiten, welche die Flötze gleich bei oder bald nach ihrer Ablagerung und Bildung angenommen haben, indem von den später eingetretenen Störungen im folgenden Paragraphen die Rede sein wird.

Als dergleichen ursprüngliche Anomalieen der Ausbildung sind besonders die Mächtigkeitswechsel, die Verdrückungen und localen

Auskeilungen, die Zertrümerung, die Einschaltung von Gesteinsnieren, die Flötzriegel und Flötzgangtrümer zu erwähnen.

Ausser den allgemeinen und regelmässigen Mächtigkeitswechseln, welche die Flötze in ihrer Gesammt-Ausdehnung zeigen, kommen nämlich auch locale und unregelmässige Mächtigkeitswechsel vor, indem die Oberfläche und die Unterfläche eines Flötzes plötzlich näher an, oder weiter von einander treten, als diess ausserdem der Fall ist; was theils durch blos einseitige Unebenheiten entweder des Hangenden oder des Liegenden, theils auch durch eine gleichzeitige Divergenz oder Convergenz beider verursacht wird. Die dadurch entstehenden Verschmälerungen und Anschwellungen können bisweilen recht bedeutend werden; die ersteren aber gehen endlich in die sogenannten Verdrückungen über, bei welchen das Hangende und das Liegende des Flötzes zur völligen Berührung gelangen, und die Kohle gänzlich verschwindet; doch pflegt dann noch häufig ein schwarzer Lettenstreifen die Stelle des Flötzes zu bezeichnen. Wenn diese Erscheinung nach verschiedenen Richtungen mehrfach und in grösserem Maassstabe ausgebildet ist, so hat sie die oben erwähnte Dismembration des Flötzes in lauter einzelne Kohlenstöcke zur Folge. Tritt dagegen die Verschmälerung sehr allmälig ein, während sie gleichfalls mit einer gänzlichen Verdrängung der Kohle endigt, so erscheint sie als eine locale Auskeilung des Flötzes. — Eine Zertrümerung oder eine Zerschlagung der Flötze in mehre kleinere, sich endlich auskeilende Lagen findet bisweilen in der Nähe ihres Bildungsrandes Statt, indem sich Zwischenlagen von Schieferthon oder Sandstein einfinden, welche sich allmälig vermächtigen, während die Kohlenlagen immer schwächer werden.

Zu dieser letzteren Erscheinung gehören auch die sogenannten *Symon-faults* im Kohlenbassin von Coalbrookdale in Shropshire; die Kohlenflötze keilen sich dort nämlich bisweilen ziemlich rasch aus, indem sie sich zugleich dergestalt gabeln, dass die beiden divergirenden Flötztrümer schräg durch die Schichten des Nebengesteins hindurch setzen. *The Silurian System*, *p.* 101.

Nester von Schieferthon, Sandstein oder Hornstein unterbrechen wohl bisweilen die Stetigkeit der Kohle mitten innerhalb der Flötze; sie sind gewöhnlich linsenförmig gestaltet, mitunter auch als mehr oder weniger weit fortlaufende Wülste und Gesteinsbänder ausgebildet. Die Flötzriegel (*barres*) erscheinen als transversale Sandstein- oder Schieferthonstreifen, welche quer durch das Flötz setzen, und eine grosse Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Kämmen besitzen, von denen sie sich wohl wesentlich nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht über das Flötz hinausreichen. Flötzgangtrümer endlich sind förmliche Kohlentrümer,

33*

welche von dem Flötze auslaufen, das Nebengestein durchschneiden, und sich darin auskeilen.

Eine eigenthümliche Art von Einschaltungen sind die sogenannten *hags* im Kohlendistricte von Killenaule in Irland: sehr langgestreckte, 10 bis 15 Fuss breite Schieferthonbänder von lanzettförmigem Querschnitte, welche innerhalb der Flötze liegen, quer durch die ganze Mulde setzen, und das Kohlenflötz über und unter sich auf zwei ganz schmale Lagen reduciren, durch welche die zwischen den einzelnen *hags* liegenden, meist 120 bis 150 Fuss breiten Flötzstreifen mit einander in Verbindung stehen. *Weawer in Trans. of the geol. soc. V*, *p.* 282 ff. Etwas Aehnliches scheint auch bei Epinac in Frankreich vorzukommen, wo Sandsteinpartieen von sehr langgezogenem elliptischen Querschnitte innerhalb eines Kohlenflötzes auftreten, und entsprechende Anschwellungen desselben verursachen; doch ist dieses Vorkommen auch als eine Zusammenlegung zweier Flötze ausgelegt worden. *Bull. de la soc. géol. VII*, *p.* 331.

Flötzriegel, eine überhaupt sehr seltene Erscheinung, erwähnte Héron-de-Villefosse aus dem Westphälischen Steinkohlengebirge; Elie-de-Beaumont gedenkt eines ähnlichen Vorkommens aus dem Bassin von Alais am Fusse der Cevennen, wo bei Rochebelle ein Kohlenflötz von mehren transversalen Schieferthonstreifen durchsetzt wird, gerade so, als ob bei dem Absatze des hangenden Schieferthons dessen Material in Spalten des Flötzes eingedrungen wäre. Flötzgangtrümer sind unter andern in der devonischen Kohlenformation der untern Loire eine sehr gewöhnliche Erscheinung, aber auch anderwärts nicht so gar selten zu beobachten.

§. 357. *Secundäre Störungen der Architektur überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.*

Die Steinkohlenformation hat uns die meisten Aufschlüsse über die Störungen des Gebirgsbaues der sedimentären Formationen geliefert, weil sie mehr als irgend eine andere Formation nach allen Richtungen durch den Bergbau aufgeschlossen und erforscht worden ist. Wie daher schon die Formen und Gesetze des gefalteten Schichtenbaues, der Sattel- und Muldenbildung und anderer Resultate jener ersten Convulsionen der sedimentären Schichtensysteme ganz besonders durch den Steinkohlenbergbau erkannt worden sind, so gilt diess auch von den Formen und Gesetzen jener späteren Störungen, denen die bereits aufgerichteten und gefalteten Schichtensysteme unterworfen waren, und deren Betrachtung uns gegenwärtig beschäftigen wird.

Die secundären Störungen, welche die Steinkohlenformation betroffen haben, waren theils Störungen ihrer Architektur und Lagerung, theils Veränderungen der materiellen Beschaffenheit gewisser ihrer Glieder; zu den ersteren gehören besonders die Sprünge und Verwerfungen,

zu den letzteren die Kohlenbrände; die durch das Eingreifen plutonischer Gesteine verursachten Störungen endlich haben oft sowohl die Structur als auch die Gesteinsbeschaffenheit alterirt.

Sprünge und Verwerfungen (I, 970) gehören gerade im Gebiete der Steinkohlenformation zu den so gewöhnlichen Erscheinungen, dass es nur wenige Kohlenreviere geben dürfte, in welchen sie gänzlich vermisst werden; sie kommen in allen möglichen Dimensionen, bisweilen aber in grosser Anzahl und in vielfacher Wiederholung vor. Da sie nicht nur die Stetigkeit der Kohlenflötze unterbrochen, sondern auch die getrennten Flötztheile mehr oder weniger weit von einander geschoben haben, so üben sie einen bedeutenden Einfluss auf den Steinkohlenbergbau aus, dessen Betriebe sie mancherlei Schwierigkeiten entgegen setzen*).

Kleinere Sprünge, welche die einzelnen Flötztheile nur um einige Zoll oder um ein paar Fuss verworfen haben, finden sich sehr häufig, und selbst grössere Sprünge, deren Sprunghöhe (I, 971) auf 10, 20, 30 und mehre Fuss steigt, sind keine seltenen Erscheinungen; es giebt aber auch Verwerfungen von einem so grossen Maassstabe, dass die von einander getrennten Theile des betreffenden Kohlenreviers um viele hundert, ja um mehr als tausend Fuss aus ihrer ursprünglichen Lage verrückt worden sind. Solche Verwerfungen sind es, welche als Hauptstörungen von den kleineren Erscheinungen der Art unterschieden zu werden pflegen.

Obgleich die Richtung der Verwerfungsklüfte keinem allgemeinen und durchgreifenden Gesetze unterworfen ist, so kommen doch die beiden Fälle besonders häufig vor, dass ihr Streichen mit dem Streichen der Schichten ungefähr übereinstimmt, oder auch fast rechtwinkelig darauf ist. Hieraus ist auch erklärlich, warum die hintereinander liegenden Sprünge nicht selten einen mehr oder weniger auffallenden Parallelismus ihres Verlaufes besitzen, und ein treppenartiges Aufsteigen der zwischen ihnen liegenden Flötzstreifen verursachen. Das Fallen der Sprung-

*) *Nul phénomène*, sagte Héron de Villefosse in seinem bekannten Werke, *n'ouvre un plus vaste champ à la meditation du geognoste, nul obstacle n'exige plus d'expérience et de sagacité de la part du mineur, que ces nombreux accidens ou dérangemens des couches, qui se rencontrent surtout dans les mines de houille.* Eine sehr ausführliche Darstellung der Verwerfungen gab v. Carnall in einem besondern Werke unter dem Titel: Die Sprünge der Steinkohlengebirge, Berlin 1836, als Separatabdruck einer, im 9. Bande von Karstens Archiv für Mineralogie u. s. w. erschienenen Abhandlung.

klüfte ist meist bedeutend, bisweilen vertical, und nur in seltenen Fällen sehr flach.

Die Bewegung der durch eine Sprungkluft von einander getrennten Gebirgstheile fand in der Regel längs dieser Kluft selbst Statt, durch welche sie daher gewissermaassen geleitet worden ist. Meist war es eine geradlinige, sehr selten eine krummlinige oder eine drehende Bewegung; gewöhnlich bestand sie in einer einfachen Verschiebung des einen Gebirgstheiles gegen den anderen, welche am häufigsten durch eine Senkung des hangenden Gebirgstheiles in der Richtung der Falllinie der Sprungkluft vollzogen wurde, indem die liegende Gränzfläche dieser Kluft eine schiefe Ebene bildete, auf welcher der hangende Gebirgstheil hinabrutschte. Doch ist auch bisweilen dieser hangende, und in noch seltneren Fällen der liegende Gebirgstheil aufwärts bewegt worden. Verschiebungen in schräger und selbst in horizontaler Richtung haben gleichfalls mitunter Statt gefunden.

Die Sprungklüfte sind nicht selten völlig geschlossen, meistentheils aber mehr oder weniger geöffnet, und mit Gesteinsmasse ausgefüllt, welche gewöhnlich von den Schichten des Kohlengebirges selbst abstammt. Sandstein und Schieferthon, nicht selten auch Steinkohle, in zerwürgtem und zerrüttetem Zustande, sowie Thon und Thonstein sind diejenigen Materialien, welche besonders häufig das Ausfüllungsmaterial der Sprungklüfte liefern, und solche als gangartige Gebirgsglieder erscheinen lassen, von denen die Schichten der Kohlenformation und namentlich die Kohlenflötze selbst durchsetzt werden. Diese Gänge sind es, welche von dem Kohlenbergmann als Kämme, Rücken u. s. w. bezeichnet zu werden pflegen. Ihre Mächtigkeit ist gewöhnlich nicht sehr bedeutend; von einem Zolle und darunter steigt sie bis zu einigen Fuss; zuweilen aber kann sie viele Fuss, und sogar viele Lachter betragen. Wenn sie aus dem Materiale der Kohlengebirgsschichten selbst bestehen, so ist wohl anzunehmen, dass ihnen solches theils durch den Abbruch der in ihren Querschnitten an einander fortgeschleiften, und dadurch zerstauchten und zermalmten Schichten, theils durch gewaltsame Einpressung des Thones, Schieferthones und der Steinkohle geliefert worden sei, indem diese weichen und nachgiebigen, unter der Last der aufliegenden Schichten stark comprimirten Gesteine durch die Bildung der Sprungkluft eine einseitige Befreiung des Druckes erfuhren. Da übrigens die Sprungklüfte den unterirdischen Wassern einen Zugang eröffneten, so haben sich auch nicht selten in den Kämmen krystallinische Mineralien gebildet, unter denen besonders Kalkspath, Faserkalk, Braunspath, Quarz, Baryt, und von Schwefelmetallen Eisenkies, Bleiglanz und Zinkblende zu nennen

sind. Diese krystallinischen Gebilde sind oft mehr oder weniger mit dem mechanisch gebildeten Schutte von Sandstein, Steinkohle u. s. w. vermengt, dessen Elemente durch sie verkittet wurden.

Die Stauchung und Umbiegung der Schichten-Enden ist auch gar nicht selten, und dann gewöhnlich in der Weise zu beobachten, dass die Schichten an der einen Seite der Sprungkluft aufwärts, an der andern Seite abwärts, oder überhaupt, dass sie an beiden Seiten der Kluft nach entgegengesetzten Richtungen umgebogen sind; wie diess auch zu erwarten ist, wenn wirklich der eine Gebirgstheil an dem anderen fortgeschoben wurde. Auch sind häufig längs der Sprungkluft, in der Richtung der Statt gefundenen Bewegung, einzelne Brocken und Abreibsel der durchschnittenen Schichten mehr oder weniger weit fortgeschleift worden, was sich namentlich dann sehr bemerkbar macht, wenn dieser Detritus von Kohlenflötzen abstammt.

Rutschflächen, Spiegel und Quetschflächen (I, 494) bilden eine in diesen Kämmen und Rücken, und in den Verwerfungsspalten überhaupt ganz gewöhnliche Erscheinung, und lassen in der Richtung ihrer Frictionsstreifen die Richtung erkennen, in welcher die Verschiebung der getrennten Gebirgstheile Statt gefunden hat. Sie finden sich nicht nur an den Salbändern dieser Gänge und auf den eigentlichen Wänden der Sprungklüfte, wo sie besonders im Liegenden ausgebildet sind, und, bei günstiger Entblösung, oft viele Lachter weit verfolgt werden können; sondern sie kommen auch oft mitten in der Masse der Kämme vor, welche nicht selten aus lauter in einander gewürgten und gequetschten, daher dicht über einander gepressten Flatschen und scharf auskeilenden Wülsten und Linsen von sandigem Thon oder Schieferthon bestehen, deren Oberflächen insgesammt als spiegelglatte Rutschflächen ausgebildet sind.

Wenn dergleichen Kämme in grosser Anzahl vorhanden sind, so bilden sie förmliche Gangnetze, welche zumal innerhalb der mächtigen Kohlenflötze als eine sehr auffallende Erscheinung hervortreten, weil das meist hellfarbige Material der Kämme gegen die schwarze Kohle sehr absticht, deren Stösse in solchen Fällen von weissen oder grauen Bändern nach verschiedenen Richtungen durchschnitten werden. Ueberhaupt ist es eine in manchen Kohlenterritorien bestätigte Erfahrung, dass die Verwerfungen um so häufiger vorkommen, je mächtigere Flötze vorhanden sind. Doch mag diess wohl zunächst nur von den kleineren Verwerfungen gelten, welche gar nicht aus dem Bereiche der Kohlenformation heraussetzen, ja bisweilen blos auf die Flötze und die zunächst angränzenden Schichten beschränkt, und vielleicht aus der inneren Verdichtung und Contraction der Flötzmasse zu erklären sind.

Bedenkt man, dass die Pflanzenmassen, welche gegenwärtig ein Kohlenflötz bilden, ursprünglich ein weit grösseres Volumen hatten, und dass also ein jetzt 20 Fuss mächtiges Flötz ursprünglich vielleicht 80 oder 100 Fuss mächtig war, so ist wohl die Vermuthung nicht ganz zurückzuweisen, dass die kleineren Verwerfungen, welche die mächtigeren Kohlenflötze oft in so grosser Anzahl durchsetzen, auf die angedeutete Weise entstanden sind. Denn die allmälige Condensation der Flötzmasse, wie solche unter dem zunehmenden Drucke der neu aufgesetzten Schichten erfolgte, wird möglicherweise mit inneren Zerspaltungen ihrer selbst, nothwendig aber mit Senkungen der aufliegenden Massen verbunden gewesen sein, durch welche diese Massen, und folglich auch die in ihnen enthaltenen Kohlenflötze, von Spalten durchsetzt und mehr oder weniger verworfen werden mussten, während das noch plastische Material der thonigen Schichten in diese Spalten eindrang und solche ausfüllte. Jedenfalls gehört es zu den bekannten Erfahrungen, dass sich die kleineren Verwerfungen oft nur auf einzelne Schichtensysteme beschränken, und dass diejenigen von ihnen, welche z. B. die tieferen Flötze eines Bassins betroffen haben, keinesweges immer bis in die höheren Flötze hinaufreichen, und umgekehrt.

Recht auffallende Beispiele von vielfacher Durchkämmung eines Kohlenflötzes lassen sich in dem alten Pottschappeler Reviere des Döhlener Bassins unweit Dresden beobachten. Dort sieht man in den Abbaustössen auf grosse Strecken ein förmliches Netz von weissen Lettenstreifen entblöst, dessen oft ziemlich enge Maschen mit Kohle ausgefüllt sind, indem das Flötz durch die nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden Kämme eine solche Zerstückelung erlitten hat, dass es wie aus lauter in einander gefügten grossen Fragmenten zusammengesetzt erscheint.

Dafern die Grösse einer Verwerfung die Mächtigkeit des Flötzes nicht überschreitet, und der verwerfende Gang sehr schmal ist, so hat die weitere Verfolgung des Flötzes keine Schwierigkeiten, weil der eine Querschnitt desselben zum Theil noch an dem anderen Querschnitte anliegt, oder doch nur durch die schmale Masse des Kammes davon getrennt wird. Ist aber die Sprungweite grösser als die Mächtigkeit des Flötzes, dann sind beide Flötzquerschnitte vollständig aus einander gerückt, und dann entsteht für den Bergmann die Frage, nach welcher Regel der verworfene Flötztheil aufzusuchen ist. Die Antwort auf diese Frage lautet im Allgemeinen dahin, dass dieser Flötztheil längs der Sprungkluft, oder längs des verwerfenden Kammes (und solchenfalls nach vorheriger Durchbrechung desselben) in der Linie derjenigen Richtung aufgesucht werden muss, nach welcher die Verschiebung beider Flötztheile vollzogen worden ist. An die Stelle dieser sehr allgemeinen Regel lässt sich aber gewöhnlich die besondere Regel setzen, dass der verworfene Flötztheil an der Sprungkluft entweder oberhalb oder unterhalb des vorhandenen Flötzquerschnittes zu suchen ist, je nachdem sich dieser letztere im Hangenden oder im Liegenden der Sprungkluft befindet.

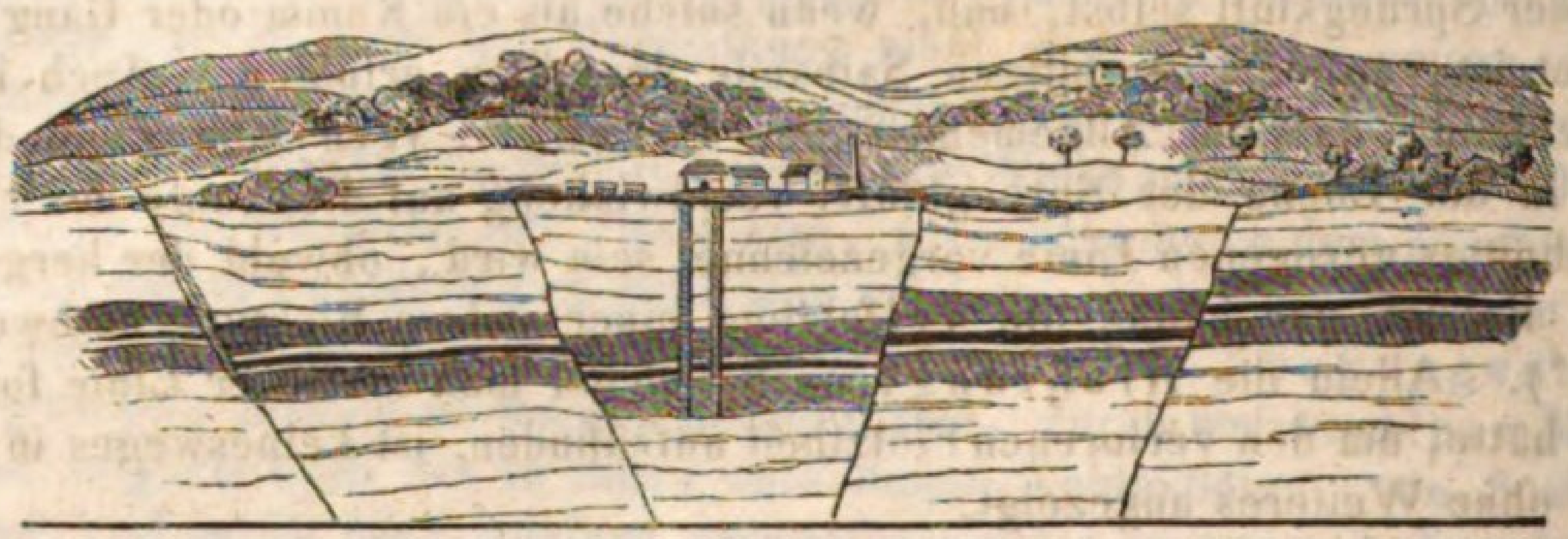
Natürlich wird die Aufsuchung des verlorenen Flötztheiles oder (wie der Bergmann zu sagen pflegt) die Wiederausrichtung des Flötzes am sichersten längs der Sprungkluft selbst, und, wenn solche als ein Kamm oder Gang ausgebildet ist, an dem jenseitigen Salbande desselben erfolgen. Auch ist es einleuchtend, dass im Allgemeinen der kürzeste Weg zum Ziele durch eine, in der Ebene der Sprungkluft, rechtwinkelig auf die Kante des Flötzquerschnittes gezogenen Linie vorgezeichnet sein wird, obwohl der bergmännische Betrieb gar häufig die Verfolgung einer andern Richtung nothwendig macht*). Allein die Richtung, nach welcher man in dieser Linie fortzugehen hätte, um den verlorenen Flötztheil aufzufinden, ist keinesweges in allen Fällen ohne Weiteres angezeigt.

Weil jedoch die meisten Sprungklüfte eine gegen den Horizont geneigte Lage haben, und weil die grosse Mehrzahl der Verwerfungen durch eine Niederziehung des hangenden Gebirgstheiles in der Richtung der Falllinie der Sprungkluft erfolgt ist (I, 971), so ergiebt sich eben die vorerwähnte specielle Regel, dass man den verlorenen Flötztheil unterhalb oder oberhalb des vorhandenen Flötzquerschnittes aufzusuchen hat, je nachdem die Sprungkluft in ihrem Liegenden oder in ihrem Hangendem erreicht (oder angefahren) worden ist. Diese Regel für die Wiederausrichtung der Flötze gewährt in den meisten Fällen ein recht sicheres Anhalten; sie gewährt es selbst in denjenigen Fällen, da die Verwerfung durch eine Emportreibung des liegenden Gebirgstheiles bewirkt worden ist. Weil aber auch Ueberschiebungen (I, 972) und überhaupt Verwerfungen nach ganz anderen Richtungen, als nach der Falllinie der Sprungkluft vorkommen, so begreift man, dass es eigentlich in jedem Falle wesentlich darauf ankommt, die Richtung der Statt gefundenen Verschiebung zu ermitteln. Wurde diese Richtung lediglich durch die Wirkung oder Gegenwirkung der Schwerkraft bestimmt, so wird auch die obige Regel zum Ziele führen; war es aber eine ganz andere Richtung, nach welcher die Bewegung vollzogen wurde, so wird man, dafern nicht schon durch anderweite Erfahrungen ein Anhalten gegeben ist, sorgfältig darauf zu achten haben, ob an der Sprungkluft entweder eine Umstauchung oder Umbiegung des Flötzes, oder eine Fortschleifungsspur seines Materials zu entdecken ist; denn die Richtung, nach welcher solches Statt findet, ist jedenfalls die gesuchte.

Wo die Kohlenformation sehr regelmässig gelagert ist, und die Verwerfungen nur kleine Dimensionen erreichen, da wird die Zerstückelung der Flötze für den Bergbau keine bedeutenden Schwierigkeiten herbeiführen.

*) Es ist nämlich gewöhnlich entweder die Falllinie, oder die Streichlinie der Sprungkluft, nach welcher die Wiederausrichtung des Flötzes entweder mittels einer geneigten, oder mittels einer horizontalen Strecke bewerkstelligt wird; in manchen Fällen verlässt man auch die Sprungkluft und geht querschlägig in der kürzesten Linie auf den verworfenen Flötztheil zu. Die speciellen Regeln und die mathematischen Formeln, welche in jedem einzelnen Falle zum Anhalten dienen, gehören jedoch in die Lehre von den besonderen Lagerstätten.

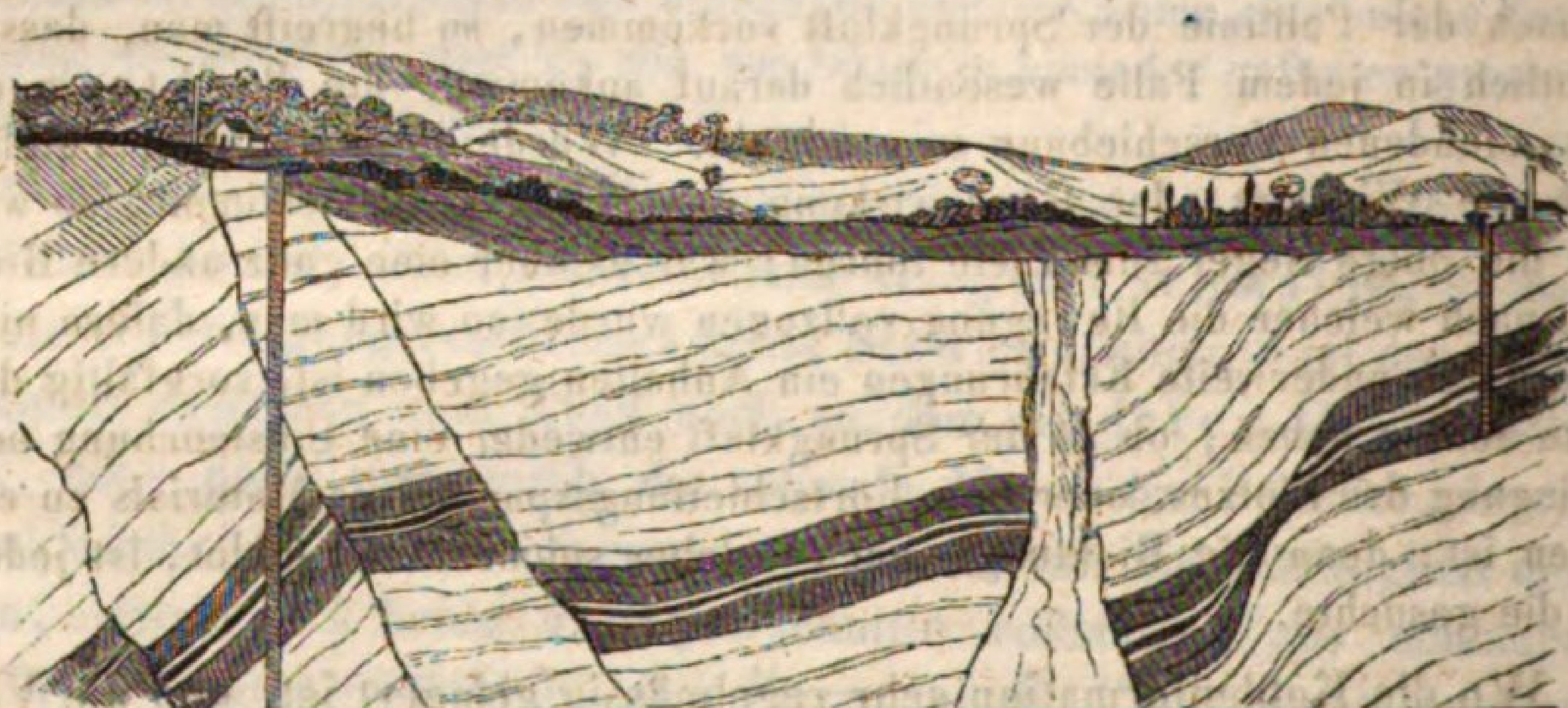
Ein solcher Fall ist z. B. in dem nachstehenden Holzschnitte dargestellt, welcher einen Durchschnitt des Hauptflötzes von Blanzy, im Bassin der Saône



und Loire, bei Lucie zeigt; dieses Flötz besitzt daselbst eine Mächtigkeit von 30 bis 36 Fuss, liegt fast horizontal, und ist von wiederholten Verwerfungen betroffen worden, welche jedoch selten eine grössere Verschiebung hervorgebracht haben, als die halbe Mächtigkeit des Flötzes beträgt.

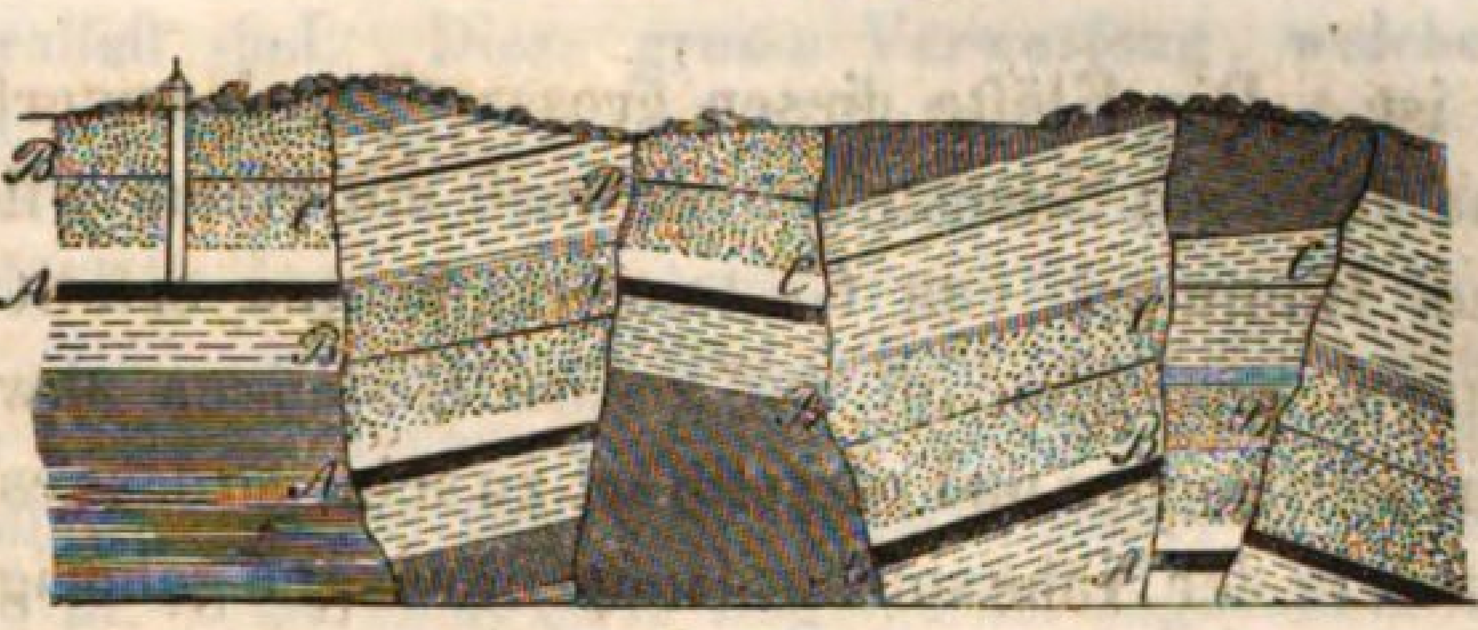
Es kommen aber auch weit grössere und sehr unregelmässige Verwerfungen vor, bei denen die einzelnen Segmente des Schichtensystems nicht nur an einander verschoben, sondern auch gegen einander verstürzt, und in sehr verschiedene Lagen versetzt worden sind.

Einen Fall dieser Art veranschaulicht das folgende Bild, welches einen in der Vertical-Ebene des Fallens entworfenen Durchschnitt desselben Flötzes



von Blanzy, bei Montceau unweit Lucie, zur Darstellung bringt, aus dem ersichtlich ist, in welcher gewaltsamen Weise dort die einzelnen Segmente des Flötzes verschoben und aus einander gerissen sind.

Bis zu welchem Grade der Verwirrung endlich diese Zerstückelungen des Kohlengebirgs führen können, wenn sich grossartige Convulsionen der äusseren Erdkruste mit den Zerspaltungen des Schichtensystems vereinigt, oder auch, wenn sich diese letzteren als eine unmittelbare Wirkung der ersteren ausgebildet haben, diess ist aus dem schon früher einmal mitgetheilten und hier abermals eingeschalteten Bilde zu ersehen, welches einen Theil des Kohlenreviers von Auckland in Durham darstellt. Dass der Steinkohlenbergbau bei solchen Verhältnissen mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen haben und mit ganz unvermeidlichen Unregelmässigkeiten behaftet werden wird, diess ist einleuchtend.



Wenn nun diese, durch Verwerfungen herbeigeführten Störungen des Gebirgsbaues schon bei horizontalen und schwach geneigten Flötzen recht auffallend hervortreten können, so werden solche dort noch weit auffallender, wo ein zu vielen Satteln und Mulden gefalteter Schichtenbau von zahlreichen und grossen Verwerfungen betroffen worden ist; dann treten mitunter so verwickelte Verhältnisse ein, dass es die grösste Aufmerksamkeit und Umsicht erfordert, um die abgeschnittenen Flötze wieder aufzufinden, und die Operationslinien des Bergbaus auf eine möglichst zweckmässige Weise durch die Störungen hindurch zu führen.

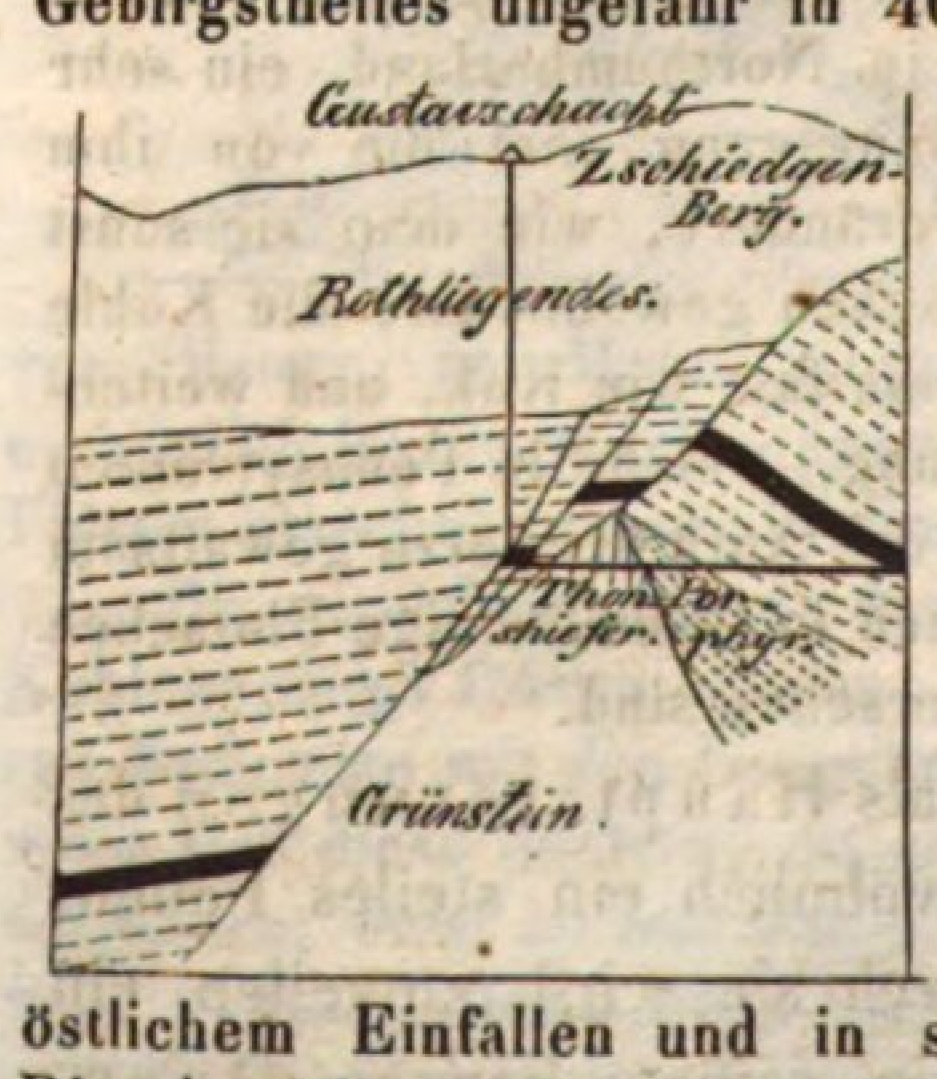
Die grösseren Verwerfungen, und unter ihnen besonders diejenigen, welche von wirklichen Gängen oder Kämmen gebildet werden, üben oft einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die materielle Beschaffenheit der Kohlenflötze aus, indem solche auf grössere oder kleinere Distanzen hin zermalmt und zerrüttet, verunreinigt und ausgelaugt worden sind, weshalb die Kohle rusig, mager und oft ganz unbrauchbar erscheint. Auch bei den kleineren Verwerfungen kommen wohl ähnliche Verschlechterungen der Kohle vor, jedoch in geringerem Grade und ohne so weit einzudringen.

Im Kohlenbassin von Bristol sind nach Buckland und Conybeare längs den grösseren Verwerfungen die Kohlenflötze oft weithin, und zuweilen über 100 Fuss weit dermaassen zerrüttet, dass sie dort gar nicht abgebaut werden können. Der sogenannte *seventy-yard-dyke* in Northumberland, ein sehr mächtiger, aus Sandstein bestehender Verwerfungsgang, hat die von ihm durchschnittenen Kohlenflötze in einer Weise verändert, wie man sie sonst nur im Contacte mit plutonischen Gesteinen zu sehen gewohnt ist; die Kohle erscheint nämlich in der Berührung des Sandsteins fast wie Kok, und weiterhin rusig. In der Nähe der grossen Verwerfung, welche in Pennsylvanien das Bassin von Pottsville durchschneidet, sind die Anthracitflötze gewaltsam zerstaucht und in kleine eckige Stücke oder auch in linsenförmige Flatschen zerquetscht, welche mit polirten Rutschflächen versehen sind.

Die grössten Verwerfungen, welche als Hauptstörungen des Gebirgsbaues aufgeführt werden, zeigen gewöhnlich ein steiles Fallen, und häufig ein transversales Streichen. Durch sie wird zuweilen ein Bassin vollständig durchschnitten, und in seinem ganzen Querschnitte mit anderen, entweder älteren oder jüngeren Formationen in Berührung gebracht, je nachdem die Verwerfung in diesem oder in jenem

Sinne erfolgt ist. Die Klüfte dieser grossartigen Verwerfungen sind oft sehr weit, und dann mit Sandstein oder auch mit einem wild durch einander gestürztem Haufwerk von Gesteinsfragmenten erfüllt; auch pflegen die angränzenden Schichten oft auf grosse Distanzen abwärts oder aufwärts gebogen, zerbrochen und zersplittert zu sein, so dass es bisweilen sehr schwer hält, sich in der Nähe solcher Hauptstörungen gehörig zu orientiren.

Beispielsweise mögen folgende grössere Verwerfungen erwähnt werden. Im Westphälischen Kohlengebirge setzt zwischen Heisingen und Rellinghausen eine Verwerfung auf, an deren Nordseite alle Schichten 130 Lachter, oder mehr als 900 Fuss tiefer liegen, als an der Südseite. Das Kohlenrevier von Eschweiler unweit Aachen wird von zwei grossen Verwerfungen begränzt, welche die von NO. nach SW. streichende Mulde quer durchschneiden. Die eine derselben, die sogenannte Münstergewand, liegt auf der Südwestseite, und wirft das ganze Kohlengebirge auf der Nordostseite weit über 100 Lachter in die Tiefe; sie fällt genau in die Verlängerung des sogenannten Feldbisses, einer grossartigen Verwerfung des Wormreviers, so dass sie überhaupt auf 3 Meilen Länge bekannt ist. Die zweite, nordöstlich von ihr liegende Verwerfung ist die Sandgewand bei Eschweiler; diese schneidet das Kohlengebirge völlig ab, indem auf ihrer Nordseite das Thal von Gressenich nach Nothberg liegt, welches mit der Braunkohlenformation und mit Diluvialmassen erfüllt ist; erst bei Nothberg kennt man wieder die Fortsetzung des Kohlengebirges. — Das Bassin der Pfälzisch-Saarbrücker Kohlenformation wird in der ganzen Linie von Saarbrück bis nach dem Donnersberge von einer grossen Dislocationsspalte durchsetzt, an deren Nordseite Alles weit höher liegt, als an der Südseite. Im Döhlener Steinkohlengebirge bei Dresden existirt eine sehr bedeutende Verwerfung, welche dort unter dem Namen des rothen Ochsen bekannt ist. Auf der Nordostseite der grossen Döhlener Mulde liegt nämlich dort die kleinere Mulde von Birkicht, welche auf ihrer Südseite von jener Verwerfung begränzt wird, die 45 bis 70° in NO. einfällt. Von den Bauen des Gustavschachtes aus, in dessen Nähe das Flötz des liegenden Gebirgstheiles ungefähr in 400 F. Tiefe verloren wurde, hat man die Verwerfung in der Richtung ihrer Fall-Linie verfolgt, und dabei gefunden, dass das Kohlenflötz, und folglich das ganze Schichtensystem, anfangs durch wiederholte Sprünge in die Tiefe geworfen erscheint, weshalb die Verwerfung selbst anfangs eine staffelförmige Aufeinanderfolge mehrer, in zerstückelter Lagerung unter einander liegender Keile darstellt. Weiter abwärts scheint jedoch die Verwerfung in einem Sprunge fortzusetzen, bis zu 500 F. flacher Tiefe vom Schachte aus gerechnet, wo endlich der hangende Flötztheil mit flachem nordöstlichem Einfallen und in stetiger Ausdehnung ausgerichtet worden ist.



Die Ausfüllung der Sprungkluft besteht meist aus verhärtetem Schieferthon, welcher oft Kalkspath enthält, und von vielen spiegelnden Quetsch- und Rutschflächen durchzogen wird, deren Frictionsstreifen der Fall-Linie der

Sprungkluft parallell sind. Diese grosse Verwerfung, welche in der Nähe des Gustavschachtes überhaupt gegen 700 F. flache Sprunghöhe erreicht, setzt von dort aus, einerseits bis nach Kohlsdorf, anderseits bis über Cunnersdorf fort, scheint jedenfalls durch eine Emportreibung des Liegenden gebildet worden zu sein, und hat den Effect gehabt, dass Thonschiefer, Porphyr und Grünsteine zu einer bedeutenden Höhe neben die Schichten der Kohlenformation hinaufgedrängt wurden. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft V, S. 323 ff. — Berühmt ist in England der sogenannte *ninety-fathom-dyke*, eine das Kohlenrevier von Newcastle in ostwestlicher Richtung durchsetzende grosse Verwerfung, welche jedoch in ihrem mittleren Theile einen weit grösseren Betrag, als den von 90 Faden erreicht. Die Sprungkluft ist mit Sandsteinmasse erfüllt, und bald sehr schmal, bald bis 60 F. weit; sie fällt nach Norden ein, und hat den ganzen nördlichen Theil des Kohlenreviers von Newcastle in die Tiefe geworfen, so dass an ihrem östlichen Ende Rothliegendes und Zechstein neben den Schichten der Kohlenformation liegen. Ihre seigere Sprunghöhe, wie solche an dem High-main-Flötze erkannt worden ist, beträgt, in der drittehalb geogr. Meilen langen Strecke von Whitley nach West-Kenton, bei Whitley 600, bei West-Kenton 720, und in der Mitte bei Westmoor 1050 Fuss. Sie muss also nach beiden Seiten hin noch viel weiter fortsetzen, und es ist bemerkenswerth, dass die nördliche steile Begränzung des Crossfell genau in die Richtung dieser Verwerfung fällt. — Im westlichen Theile des Kohlendistrictes von Dudley in Staffordshire kennt man eine Verwerfung von 900, und bei Nailsea im Kohlenreviere von Bristol, ausser vielen kleineren Sprüngen, eine Verwerfung von 1200 F. seigerer Sprunghöhe. — Nach Prestwich ist in ganz England kein Kohlenfeld von gleicher Grösse so reich an grossartigen Dislocationen, wie jenes von Coalbrookdale in Shropshire; der *main-fault* oder der Hauptsprung beträgt über 1000 Fuss, und hat einige der tiefsten Flötze bis in das Niveau des Rothliegenden gebracht. — Das Pottsville-Bassin in Pennsylvanien wird der Länge nach von einer Verwerfung durchsetzt, welche auf ihrer Südseite eine ganz enorme, und gewiss mehre tausend Fuss betragende Senkung verursacht hat, während auf ihrer Nordseite die Conglomerate der Sharp-Mountains längs einer Linie von 30 Engl. Meilen heraufgeschoben, und in überkippter Stellung an die Kohlenformation angelehnt sind.

Wo mehre grosse Verwerfungen von paralleler Richtung hinter einander aufsetzen, und die Verschiebungen aller zwischen ihnen enthaltenen Gebirgsstücke in demselben Sinne Statt fanden, da wird sich eine staffelartige Architektur ausgebildet haben, welche bisweilen in den summarischen Sprunghöhen ganz ausserordentliche Effecte hervortreten, und einen Zusammenhang mit den Reliefformen der Erdoberfläche erkennen lässt; wie es denn wohl auch gar keinem Zweifel unterliegt, dass manche Gebirgsketten durch solche staffelartige Dislocationen gebildet worden sind*).

*) Ueberhaupt darf man nicht glauben, dass die hier geschilderten Störungen nur auf die Steinkohlenformation beschränkt sind. Sie wiederholen sich mehr oder

Das Bassin von Clackmannanshire in Schottland, am südlichen Fusse der Ochhills, wird von zweien, dieser Bergkette parallelen Sprüngen durchsetzt, von denen der eine 700, der andere 1230 Fuss Höhe erreicht, so dass das Kohlenrevier mit zwei colossalen Stufen nach den Porphyrbergen der Ochhills hinaufsteigt, und in drei Abtheilungen zerfällt. Milne zeigt in seiner Abhandlung über das Kohlenfeld von Mid-Lothian in Schottland, dass selbiges auf seiner Südseite durch 52 hinter einander liegende Verwerfungen um fast 5200 Fuss, auf seiner Nordseite durch 37 dergleichen Verwerfungen um mehr als 2400 Fuss aufwärts geschoben worden ist; die grössten dieser Verwerfungen betragen 400 bis 500 Fuss. — Ausser der vorerwähnten longitudinalen Dislocation kennt man im Bassin von Pottsville auch viele transversale Dislocationen; die vielen Schrunden und engen Schluchten in der Kette der Sharp-Mountains hängen fast alle mit diesen Dislocationen zusammen, daher die Kohlenflötze oft an der einen Seite einer solchen Schlucht vorhanden sind, an der anderen aber fehlen. Die grossartigste Verwerfung der Art liegt 9 Meilen östlich von Pottsville, wo der ganze Körper der Sharp-Mountains längs einer Schlucht um wenigstens $\frac{1}{4}$ Meile in horizontaler Richtung verschoben erscheint. H. Rogers in *Second annual Report on the geol. explor. of the state of Penns.* 1838, *p.* 77 f.

Alle plutonischen Gesteinsformationen, welche, jünger als die Steinkohlenformation, in dem Gebiete derselben zur Eruption gelangt sind, können auf die Architektur und Lagerung derselben störend eingewirkt haben. Die von ihnen verursachten Störungen sind im Allgemeinen dieselben, wie sie auch in anderen Sedimentformationen vorkommen, und zeigen nur insofern einen eigenthümlichen Charakter, wiefern die Kohlenflötze, vermöge ihres brennbaren und zersetzbaren Materials, Veränderungen besonderer Art erlitten haben können, deren andere Gesteine gar nicht fähig sind.

Aufrichtung und Durchbrechung der Schichten, Durchschneidung derselben mit gangartigen Gebirgsgliedern, Verwerfungen und Zertrümmerungen des Gebirgsbaues, gewaltsame Einpressung von Trümern, Adern und anderen Apophysen: das sind die mechanischen Wirkungen, welche die eruptiven Gesteine in der Steinkohlenformation, eben so wie in jeder anderen Sedimentformation, hervorgebracht haben. Die chemischen Einwirkungen aber geben sich oft als Härtungen und Verdichtungen, als Frittungen und halbe Verglasungen der Sandsteine oder Schieferthone, als Verkokungen und andere Veränderungen der Steinkohle zu erkennen, welche wesentlich in einer Austreibung ihrer flüchtigen Bestandtheile begründet sind.

weniger im Gebiete aller Formationen, sind aber gerade in der Steinkohlenformation, in diesem Spielraume des wichtigsten und ausgedehntesten Bergbaues, am genauesten studirt und erforscht worden.

Für diese letzteren, der Steinkohlenformation eigenthümlichen Veränderungen mögen einige Beispiele angeführt werden. Bei Brassac unweit Brioude wird die Kohlenformation von einem Grünsteingange durchsetzt, welcher zahlreiche Fragmente von Schieferthon und Steinkohle umschliesst: diese Kohlenfragmente sind nach Dufrénoy sehr hart, stängelig abgesondert, äusserst porös und so wenig bituminös, dass sie fast wie Kok erscheinen; sie zeigen überhaupt völlig dieselben Veränderungen, wie solche in Northumberland durch die dortigen Trappgänge verursacht worden sind. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 307. — In Northumberland ist das Nebengestein der Trappgänge durchgängig verändert; der Schieferthon erscheint hart, klingend, röthlich gefärbt, wie Porcellanit oder Kieselschiefer; der Sandstein gefrittet und zusammengesintert; der Kalkstein körnig und weiss, oft wie Parischer Marmor; die Steinkohle endlich ist oft 30 und mehre Fuss weit verkokt, und dermaassen mit erdigen Theilen imprägnirt, dass sie 25 p. C. Asche giebt. Trevelyan beobachtete in einer der dortigen Kohlengruben an dem Salbande eines basaltischen Ganges Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas; das durchschnittene Kohlenflötz selbst aber war zu beiden Seiten des Ganges verkokt und auf fast 40 Faden Entfernung von unbrauchbarer Beschaffenheit. — Sehr auffallend sind auch die Veränderungen, welche in Niederschlesien der Porphyr auf die Steinkohle dort ausgeübt hat, wo er (wie z. B. auf den Gruben Laura, Gnade Gottes, Friedrich Wilhelm Erbstollen) mit ihr in unmittelbare Berührung gekommen ist. Die Steinkohle erscheint wie Anthracit, brennt schwer und mit sehr schwacher Flamme, und giebt einen sehr geringen Glühverlust. Es ist hiernach nicht zu bezweifeln, dass der Porphyr eine mehr oder weniger vollständige Verkokung der Steinkohle bewirkt hat. Karsten, Unters. über die kohligen Substanzen des Mineralreichs, 1826, S. 160 f.

Noch haben wir uns mit den Kohlenbränden und deren Wirkungen zu beschäftigen, da solche gleichfalls zu den secundären Störungen gerechnet werden können. Obgleich diese Steinkohlenbrände in einigen Fällen durch Unvorsichtigkeit oder Bosheit veranlasst worden sein mögen, so sind sie doch in den meisten Fällen als die Folgen einer wirklichen Selbstentzündung der Kohle zu betrachten. Dass dergleichen Selbstentzündungen Statt finden können, dafür liefern die bei manchen Kohlenwerken über Tage angehäuften Halden von Gruskohle oder Kohlenklein den besten Beweis, indem solche unter dem Einflusse der Luft und der Feuchtigkeit nicht selten in Brand gerathen; eine Erscheinung, welche besonders durch den häufigen Eisenkiesgehalt der Kohle begünstigt zu werden scheint. Während sich nämlich der Eisenkies in Eisenvitriol verwandelt, wird Wärme entwickelt, welche sich innerhalb des Kohlenschuttes, als eines sehr schlechten Wärmeleiters, allmälig dermaassen anhäufen kann, dass die Kohle bis zum Erglühen gelangt, und, bei einigem Luftzutritte, von selbst fortbrennt.

In den Kohlenbergwerken sind nun aber bisweilen alle Bedingungen vor-

handen, welche eine solche Selbstentzündung der Steinkohle veranlassen können. Bei sehr mächtigen Flötzen ist nämlich ein ganz reiner Abbau derselben nicht wohl möglich, oder wenn die Oberbank aus schlechter kiesiger Kohle oder aus Brandschiefer besteht, so lässt man sie absichtlich stehen; es bleibt daher viel Kohle und Kohlenschutt in den ausgehauenen Räumen zurück. Da nun diese Räume sehr bald zu Bruche gehen, so häuft sich in den alten Bauen eine bedeutende Masse von brennbarem Schutte auf, welcher die Entstehung eines Grubenbrandes ermöglicht. Findet nun in diesen Räumen noch Luftcirculation oder, wie der Bergmann sagt, Wetterwechsel Statt, so wird, unter Mitwirkung der Feuchtigkeit, die Zersetzung der Kiese beginnen, und allmälig eine solche Temperatur-Erhöhung bewirken, dass sie eine Entzündung zur Folge hat. Das einmal begonnene Feuer wird durch den Wetterwechsel genährt und angefacht, und so pflanzt sich der Brand immer weiter fort, bis er endlich aus den alten Bauen in die noch unaufgeschlossenen Flötztheile eindringt, uud auch diese verzehrt.

Ganz unverritzte, d. h. durch den Bergbau noch gar nicht aufgeschlossene Kohlenflötze gerathen wohl sehr selten in Brand, weil die compacte, von anderen Gesteinen allseitig umschlossene, und von der atmosphärischen Luft abgesperrte Kohle der Entzündung nicht fähig ist. Dergleichen Flötze können sich daher nur an ihrem Ausgehenden entzünden, wo sie entweder zu Tage frei ausliegen, oder unter einer, den Luftzutritt nicht gänzlich absperrenden Bedeckung von aufgeschwemmtem Lande anstehen.

In Oberschlesien sind einige Beispiele der Art vorgekommen, von welchen das eine, auf der Hedwiggrube bei Chorzow, deshalb sehr räthselhaft wird, weil das dortige verbrannte Flötz 12 bis 15 Lachter, also bis 100 Fuss unter Tage lag, und mit der atmosphärischen Luft in keiner unmittelbaren Verbindung gestanden haben konnte. Versuch einer geogn. Beschr. von Oberschlesien, von v. Oeynhausen, 1822, S. 162.

In der Regel bricht ein Kohlenbrand nur im abgebauten Felde (im sogenannten alten Manne) aus, und verbreitet sich erst von dort aus in die noch unverritzten Flötztheile. Er giebt sich durch einen eigenthümlichen brandigen Geruch und durch die höhere Temperatur zu erkennen, welche beide um so empfindlicher werden, je näher man dem Brandfelde kommt. Auf der Erdoberfläche aber, oder über Tage, verräth sich ein in der Tiefe Statt findender Kohlenbrand durch förmliche Fumarolen, oder fortwährend aufsteigende Rauchsäulen, welche nicht selten Schwefel, Salmiak und andere Salze absetzen, durch eine auffallende Wärme des Erdbodens, und durch grosse, oft weit fortsetzende Einsenkungen und Erdfälle, welche dadurch entstehen, dass sich das Gebirge über den hohlen Räumen der ausgebrannten Kohlenflötze zusammensetzt. Die dem Brande zunächst ausgesetzten Gesteinsschichten, und namentlich die

unmittelbar im Hangenden der verbrannten Flötze anstehenden Schichten sind mehr oder weniger verändert, gefrittet und verschlackt; der Schieferthon insbesondere erscheint roth gebrannt wie Ziegel, oder zu sogenanntem Porcellanjaspis umgewandelt, wobei übrigens die in ihm eingeschlossenen Pflanzenabdrücke vortrefflich erhalten zu sein pflegen, so dass ihre Form und die Sculptur ihrer Oberfläche weit schärfer und deutlicher hervortreten, als in dem ungebrannten Schieferthone.

Da man in den meisten durch den Bergbau aufgeschlossenen Territorien der Steinkohlenformation dergleichen Kohlenbrände kennt, so gehören sie keinesweges zu den seltenen Erscheinungen. Im Zwickauer Steinkohlengebirge sind die vorerwähnten Wirkungen derselben sehr schön am linken Muldenufer, südlich von Planitz zu beobachten, wo sich am Ausgehenden des dortigen verbrannten Flötzes eine bedeutende Brandwüstung verfolgen lässt, und der Erdboden stellenweise so warm ist, dass ein Treibhaus für exotische Pflanzen darauf angelegt werden konnte. Der sogenannte brennende Berg bei Duttweiler im Saarbrücker Kohlengebirge zeigt die Phänomene des Kohlenbrandes gleichfalls in einem grossartigen Maassstabe, und das Brandfeld der Fannygrube in Niederschlesien soll zumal bei Nacht einen äusserst imposanten Anblick gewähren. Bei Chateau-Gaillard im Bassin von St. Etienne ist der Brand seit vielen Jahren im Gange, zeigt aber gegenwärtig nur wenig Intensität. Man sieht nur Fumarolen, in denen wässerige und schwefelige Dämpfe ausströmen, und welche schon aus der Ferne am frischen Grün des sie umgebenden Rasens zu erkennen sind. Am Mont brûlant, bei Cransac im Kohlenrevier des Aveyron, findet man gefrittete und halb verglaste Gesteine, Erdschlacken, Porcellanite u. s. w., auch kraterförmige Einsenkungen des Terrains, aus welchen Dampfsäulen aufsteigen, während sich an den Gesteinswänden Efflorescenzen von Schwefel, Salmiak und schwefelsauren Salzen bilden.

§. 358. *Lagerung der Steinkohlenformation.*

Die grosse technische Wichtigkeit der Steinkohlenformation erfordert eine etwas ausführlichere Betrachtung ihrer allgemeinen Lagerungsverhältnisse.

Als drittes Hauptglied in der Reihe der paläozoischen Formationen wird sie da, wo diese Reihe vollständig vorliegt, über der devonischen und unter der permischen Formation gelagert sein; und in der That ist diese Lagerung in vielen Ländern nachgewiesen und dadurch die eigentliche bathrologische Stellung der carbonischen Formation bestimmt worden.

Weil aber die Reihe der paläozoischen Formationen nicht überall in ihrer Vollständigkeit zur Ausbildung gelangt ist, so werden wir auch erwarten können, die Steinkohlenformation oft unmittelbar der silurischen, oder der primitiven Formation, oder auch dem Granite und anderen älteren Eruptiv-Formationen aufgelagert zu finden; so wie sie auch häufig

nicht von der permischen, sondern von irgend einer anderen jüngeren Formation überlagert sein, oder auch gänzlich unbedeckt zu Tage austreten wird.

Die Auflagerung der Steinkohlenformation auf der devonischen Formation findet oftmals mit so völlig concordanter Lagerung Statt, und die Architektur beider Formationen lässt dann eine so vollkommene Uebereinstimmung erkennen, dass wir in solchen Fällen zu der Folgerung berechtigt sind, es sei die Bildung beider innerhalb eines und desselben grossen Bassins, ohne eine auffallende Unterbrechung der sedimentären Operationen, vollzogen, und es seien später beide Formationen gleichzeitig von denselben grossen Bewegungen der Erdkruste ergriffen worden, und zu ihrer gegenwärtigen Architektur gelangt. Dann findet aber auch an der Gränze derselben bisweilen eine so grosse Aehnlichkeit der beiderseitigen Gesteine, eine so allmälige Herausbildung der einen aus der anderen Statt, dass es fast unmöglich wird, eine scharfe Demarcationslinie zu ziehen.

Da nun in manchen Ländern auch die silurische Formation mit ganz ähnlichen Verhältnissen unter der devonischen Formation getroffen wird, wie diese unter der carbonischen Formation, so wird in solchen Fällen jene Folgerung über die Stetigkeit der Entwickelungsfolge und über die Identität der Dislocationsepoche auf alle drei Formationen auszudehnen sein.

In Westphalen folgt die Steinkohlenformation mit durchaus gleichförmiger Lagerung auf die devonische Formation, und die Architektur der einen wiederholt sich genau in jener der anderen. Diess hat schon v. Hövel in seinen Geognostischen Bemerkungen über das Gebirge der Grafschaft Mark (1806) gezeigt, und später v. Dechen noch weit ausführlicher im ersten und zweiten Bande von Nöggerath's Gebirge in Rheinland Westphalen nachgewiesen. Dasselbe gilt von dem auf dem linken Rheinufer, bei Aachen und Eschweiler, bekannten Territorium der Steinkohlenformation, in dessen Verhältnissen zu der devonischen Formation Schulze einen Beweis erkannte, „dass das alte Kohlengebirge nur als eine Fortbildung des Thon- und Grauwackenschiefers zu betrachten sei"; und genau so verhält sich die Sache in dem Kohlenterritorium Belgiens, von welchem Omalius d'Halloy erklärte, es sei mit der devonischen Formation so innig verknüpft, dass es fast unmöglich werde, eine Gränzlinie anzugeben. Ueberhaupt also bestätigt sich für diese ganze Nordrheinische Kohlenformation, was C. L. Schmidt im Jahre 1821 sagte: „Auf der ganzen Linie von Namur, Lüttich, Aachen, Eschweiler durch die Grafschaft Mark bis zum Herzogthum Westphalen zeigt sich das ältere Kohlengebirge als eine ununterbrochene Fortbildung des Uebergangsgebirges, und man ist hier nirgends im Stande, die Gränzlinie zwischen beiden zu bestimmen; ich habe solche vier Jahre lang, bei meinen öfteren Bereisungen jener Gegenden, mit aller Mühe aufgesucht, aber ich fand nirgends etwas

Anderes, als einen allmäligen Uebergang des Grauwackengebirges in das Steinkohlengebirge.“ Karstens Archiv, Bd. IV, S. 31.

Auch in Oberschlesien schliesst sich die Kohlenformation auf das Innigste an die Uebergangsformation an; bei Hultschin gelangt man ganz allmälig aus dem Thonschiefer und Alaunschiefer in den Kohlensandstein, welcher anfangs noch völlig wie Grauwacke erscheint. „Hier fehlen alle Gränzsteine zwischen den beiden Formationen; nur die Sichtbarkeit der Steinkohle sagt erst, dass man ein anderes Gebiet betreten habe.“ Schulze, in Leonhard's min. Taschenbuch, X, 1816, S. 121. Diess wird auch vollkommen durch die späteren, sehr umfassenden Untersuchungen v. Oeynhausens bestätigt. Versuch einer geognost. Beschreib. von Oberschlesien, 1822, S. 133 und 413 ff.

In Devonshire ist die Steinkohlenformation längs ihrer ganzen Nordgränze von Fremington bei Barnstaple bis nach Bampton, der devonischen Formation durchaus gleichförmig aufgelagert und dermaassen assimilirt, dass zwischen beiden nur eine ideale Gränze gezogen werden kann. Es scheint dort durchaus keine Unterbrechung, keine Zwischenzeit zwischen der Bildung der Grauwackenformation und des Kohlengebirges Statt gefunden zu haben; im Gegentheile spricht Alles für ein allmäliges Verlaufen und Uebergehen beider Bildungen. Desungeachtet aber müssen während der Entwickelungsperioden beider Formationen wesentlich verschiedene Bedingungen gewaltet haben, da die obere sehr reich an Kohlen und Pflanzenresten ist, während die untere gar keine Pflanzenreste, und dagegen viele Korallen, Krinoiden und Conchylien umschliesst. *De-la-Beche*, *Report on the Geol. of Cornwall etc. p.* 102, 114, 121.

Die Nordrussische Steinkohlenformation liegt vollkommen concordant auf der dortigen devonischen Formation, welche ihrerseits eben so regelmässig von der silurischen Formation unterlagert wird. Dass auch in Nordamerika alle drei Formationen in concordanter Lagerung auf einander folgen, und in den Gegenden der Alleghanies zugleich von denselben Dislocationen betroffen worden sind, diess ist durch zahlreiche Beobachtungen erwiesen, und auch aus denen S. 497 und Band I, S. 994 mitgetheilten Profilen zu ersehen. In mehren Gegenden Englands, z. B. in der Caermarthen-Bay in Pembrokeshire und anderwärts, sieht man die silurische, die devonische und die carbonische Formation in völlig gleichförmiger Lagerung über einander liegen.

Wo dagegen zwischen der Steinkohlenformation und den älteren Formationen discordante Lagerung Statt findet, da wird nothwendig eine Unterbrechung der Entwickelungsfolge anzunehmen sein, da müssen diese älteren Formationen nicht nur mehr oder weniger bedeutende Dislocationen, sondern auch eine Abtragung und Nivellirung ihrer Oberfläche erlitten haben, ehe die Auflagerung der Steinkohlenformation erfolgte.

Dass nun solches fast überall der Fall ist, wo die Kohlenformation im Gebiete des alten Gneisses oder der Urschiefer auftritt, diess kann uns wohl nicht wundern, weil ja diese Formationenen ein bedeutend

höheres Alter besitzen, und jedenfalls unter ganz anderen Verhältnissen und durch ganz andere Operationen gebildet worden sind, als die Steinkohlenformation. Wenn dagegen eine der Uebergangsformationen, ganz besonders aber wenn die devonische, also die unmittelbar vorausgehende Formation in discordanter Lagerung unter der Steinkohlenformation getroffen wird, dann gewinnt die Erscheinung ein grosses Interesse, weil sie den Beweis liefert, dass zwischen der Bildung beider Formationen eine Epoche, ja vielleicht eine sehr lange Pause, und zwar eine durch gewaltsame Bewegungen der äusseren Erdkruste bezeichnete Pause eingetreten sein müsse. Eine ähnliche Folgerung wird auch in der Regel da gerechtfertigt sein, wo die Steinkohlenformation unmittelbar auf älteren Graniten, Porphyren und anderen eruptiven Gesteinen gelagert ist.

In discordanter Lagerung finden wir z. B. die Steinkohlenformation auf altem Thonschiefer im Döhlener Bassin bei Dresden, auf derselben Schieferbildung sowohl als auf der Uebergangsformation im Erzgebirgischen Bassin bei Zwickau, Wildenfels und Würschnitz. Eben so ist ihre Lagerung bei Ronchamps in den Vogesen, wo die fast verticalen Schichten der Uebergangsformation in einer sanft geneigten Fläche abgeschnitten sind, welche die Auflagerungsfläche für die Kohlenformation geliefert hat. Entschieden discordant auf der Uebergangsformation ist auch die Lagerung des grossen Mittelrheinischen oder Pfälzisch-Saarbrücker Kohlenbassins; denn an der ganzen Nordgränze desselben liegen die, 18 bis 20° nach Süden einfallenden Schichten der Kohlenformation auf den fast senkrechten Schichten des Schiefers und der Grauwacke. Es ist diess eine merkwürdige Thatsache, weil sich die Nordrheinische Kohlenformation durchaus in gleichförmiger Lagerung an die Uebergangsformation anschliesst. Man muss daher, wie F. Römer bemerkt, entweder für den Hunsrück eine besondere ältere Hebung annehmen, oder eine relative Altersverschiedenheit zwischen diesen beiden Territorien der Steinkohlenformation zugestehen. Das Rheinische Uebergangsgebirge, S. 5. — Auch in Irland hat Weawer die Kohlenformation überall in abweichender, und meist in fast horizontaler Lagerung über den steilen Schichten der Uebergangsformation nachgewiesen; wie denn in England gleichfalls discordante Lagerung vielorts Statt findet.

Die Niederschlesische Kohlenformation ruht bei Charlottenbrunn unmittelbar auf Gneiss; das Kohlenbassin von St. Etienne ist theils auf Gneiss und Glimmerschiefer, theils auf Granit gebettet; das auf dem 8000 Fuss hohen Plateau von Bogotá in Südamerika liegende flache Bassin ruht nach Evan Hopkins discordant auf den verticalen Schichtenköpfen der primitiven Formation; das Kohlenbassin von St. Hippolyte in den Vogesen, das von Epinac und von Creusot im Départ. der Saône und Loire, die Kohlenformation am Thüringer Walde, so wie jene von Rastatt in Baden, und viele andere liegen unmittelbar auf Granit. Das Döhlener Bassin in Sachsen ist an seinem nordöstlichen Rande dem Syenite und einem quarzfreien Porphyr aufgelagert.

Diese verschiedenen Lagerungsverhältnisse zu den älteren Formatio-

nen beweisen übrigens, dass die Periode der Steinkohlenformation eine sehr lange Dauer gehabt haben müsse, und dass die Natur hier früher, dort später zur Ausbildung derselben verschritten sei, weshalb sich denn auch jüngere und ältere Steinkohlen-Territorien unterscheiden lassen werden, obwohl sie insgesammt auf eine und dieselbe Formation zu beziehen sind.

Besonders merkwürdig sind auch diejenigen seltenen Fälle, da die eigentliche carbonische Formation auf einer anderen, gleichfalls steinkohlenführenden älteren Formation in discordanter Lagerung aufruht, weil durch sie die Existenz wesentlich verschiedener älterer Kohlenformationen am bestimmtesten erwiesen wird.

So liegen in Sachsen die tiefsten Sandsteine des Flöher Bassins zwischen Oberwiesa und Lichtenwalde horizontal auf den bis zu 70° aufgerichteten Conglomeratschichten der (devonischen) Kohlenformation von Ebersdorf; (S. 396). In Frankreich liegt das kleine Bassin von Minières, zwischen Doué und Concourçan, abweichend und übergreifend auf der Kohlenformation von Saint-Georges-Châtelaison, und eben so das Bassin von Saint-Pierre-la-Cour unweit Laval (Mayenne) discordant auf der anthracitführenden Formation der dortigen Gegend. Wenn also diese letztere, neueren Untersuchungen zufolge, der eigentlichen Steinkohlenformation zugehört, so würde jenes Bassin von Saint-Pierre entweder der permischen Formation, oder einer jüngeren Fortsetzung der Steinkohlenformation angehören, worüber wohl nur durch eine specielle Untersuchung seiner Flora entschieden werden kann.

In nationalökonomischer und bergmännischer Hinsicht ist es von besonderer Wichtigkeit, zu wissen, welche Formation gewöhnlich zunächst über der Steinkohlenformation zu liegen pflegt. Wo die Formationsreihe vollständig entwickelt ist, da wird es natürlich die permische Formation sein, welche diesen Platz einnimmt; und in der That finden wir in mehren Gegenden Europas das mächtigste und unterste Hauptglied der permischen Formation, nämlich das Rothliegende, unmittelbar über der Steinkohlenformation abgelagert. Ja, es ist dieses Zusammenvorkommen des Rothliegenden mit der Steinkohlenformation innerhalb derselben Landstriche, es ist diese Ablagerung beider innerhalb derselben Bassins eine so gewöhnlich vorkommende Erscheinung, dass dadurch früher die Ansicht hervorgerufen wurde, die Steinkohlenformation sei nur als eine Einlagerung des Rothliegenden, als ein mächtiges Formationsglied der permischen Formation zu betrachten.

Diese Ansicht wird jedoch schon dadurch widerlegt, dass in manchen sehr ausgedehnten Territorien der Steinkohlenformation, wie z. B. in Irland und Nordamerika, eben so wie in vielen kleineren Kohlenbassins, wie z. B. in denen Centralfrankreichs, durchaus gar keine, dem Rothliegenden zu vergleichende Bildung vorhanden ist, und dass das Roth-

liegende dort, wo es die Steinkohlenformation begleitet, in der Regel discordant und übergreifend auf ihr lagert, indem es aus dem Bereiche derselben in das Gebiet ganz anderer Formationen hinausreicht. Aber auch die beiderseitigen paläontologischen Charaktere widerlegen jene Ansicht, indem die organischen Ueberreste der permischen Formation überhaupt, und die Pflanzenreste des Rothliegenden insbesondere (wie v. Gutbier zuerst gezeigt) von denen der Steinkohlenformation verschieden sind. Die bisweilen unter der Steinkohlenformation liegenden rothen Sandsteine, Schieferletten und Thonsteine aber gehören theils, als *old red sandstone*, noch der devonischen, theils schon der carbonischen Formation selbst an, und können uns im letzteren Falle blos deshalb, weil sie roth gefärbt und überhaupt petrographisch dem Rothliegenden ganz ähnlich sind, durchaus nicht berechtigen, sie auch bathrologisch mit dem Rothliegenden zu identificiren. Solche, auf blose petrographische Aehnlichkeiten gegründete Formationsbestimmungen gehören freilich zu den häufigen und sehr verzeihlichen Irrthümern der älteren Geognosie.

Daher hat man denn wohl gegenwärtig diese Ansicht von der Zugehörigkeit der Steinkohlenformation zu der Formation des Rothliegenden eben so als aufgegeben zu betrachten, wie jene noch weit allgemeinere und einstmals mit Beifall aufgenommene Idee, dass das Rothliegende einschliesslich der Kohlenformation, der bunte Sandstein und der Keuper gewissermaassen eine einzige grosse Sandsteinformation repräsentiren, welche durch den Zechstein und den Muschelkalk in drei Etagen gesondert werde.

Dergleichen petrographische Zusammenraffungen können keinen Anspruch darauf machen, als naturgemässe geognostische Combinationen zu gelten; man ist sogar geneigt gewesen, den *old red sandstone* in diese *colluvies* von rothen Sandsteinbildungen aufzunehmen, wogegen jedoch Buckland und Conybeare schon 1824 Protest eingelegt haben, indem sie sagten: *should we agree, to throw these together, we might with equal propriety consider all groups of strata, in which beds of limestone occur, as belonging to one great calcareous formation. But this would be in fact to confound together almost all the rocks, with which we are acquainted. Trans. of the geol. soc. 2. ser. I,* 1824, *p.* 316.

Desungeachtet kann nicht geläugnet werden, dass in manchen Gegenden durch concordante Lagerung ein sehr inniges Anschliessen des Rothliegenden an die Steinkohlenformation vermittelt wird, wie denn auch das Rothliegende, oder das permische System überhaupt, in seinen unteren Etagen nicht selten kohlenführende Einlagerungen umschliesst, welche in ihren petrographischen und geotektonischen Eigenschaften eine grosse

Aehnlichkeit mit den kohlenführenden Schichtensystemen der carbonischen Formation erkennen lassen. Dergleichen Verhältnisse können aber wohl bei zweien, unmittelbar auf einander folgenden Formationen einer und derselben grossen Periode, als natürliche Folgen ihrer unmittelbaren Succession erwartet werden, und finden sich ja auch in ganz ähnlicher Weise zwischen der carbonischen und der devonischen Formation. Wie wenig sie aber da, wo sie abwärts vorkommen, zu einer Vereinigung der Steinkohlenformation mit der devonischen Formation berechtigen, so wenig gewähren sie da, wo sie aufwärts angetroffen werden, einen triftigen Grund zur Vereinigung derselben mit dem Rothliegenden.

Jedenfalls aber gewinnt die so häufig beobachtete räumliche Association des Rothliegenden und der Steinkohlenformation eine grosse praktische Wichtigkeit, weil sie uns in vielen Fällen berechtigt, die letztere unter dem ersteren vorauszusetzen, und solche durch zweckmässig eingeleitete bergmännische Arbeiten aufzusuchen, bei denen freilich das oftmals vorkommende Uebergreifen des Rothliegenden aus dem Gebiete der Steinkohlenformation in das Gebiet älterer, angränzender Formationen wesentlich zu berücksichtigen sein wird.

Die Steinkohlenformation wird von dem Rothliegenden, obwohl nur mit geringer Abweichung der beiderseitigen Schichtenstellung, so doch entschieden discordant überlagert im Erzgebirgischen Bassin bei Zwickau, Würschnitz und Chemnitz, so wie im Döhlener Bassin unweit Dresden, wie denn gerade in Sachsen durch die Revisionsarbeiten der geognostischen Landesuntersuchung für sämmtliche Vorkommnisse der Kohlenformation das alte Dogma von der Zugehörigkeit derselben zur Formation des Rothliegenden auf das Bestimmteste widerlegt worden ist. Für das Niederschlesische und angränzende Böhmische Steinkohlenterritorium war man lange in demselben Irrthume befangen, dass es ein dem Rothliegenden eingeschaltetes Formationsglied sei, dessen wirkliche Auflagerung auf einer unteren Etage des Rothliegenden, namentlich in Böhmen sehr deutlich vorliegen solle. Dieser Irrthum ist jedoch später durch v. Warnsdorff in einem kurzen aber inhaltsreichen Aufsatze *) berichtigt worden, in welchem der Verfasser zeigte, dass das dortige sogenannte untere Rothliegende mit dem oberen Rothliegenden identisch, aber durch eine merkwürdige Dislocation in ein solches Niveau und in eine solche Stellung zu der Steinkohlenformation gebracht worden ist, dass es den Anschein gewinnt, als ob ihm diese letztere aufgelagert sei. Diess ist unter Anderem sehr einleuchtend in dem Profile von Eipel über Kl. Schwadowitz nach Qualisch. In der Gegend von Eipel bildet nämlich das Rothliegende einen flachen Sattel, dessen südwestlicher Flügel bei Liebethal von horizontalem Quadersandstein bedeckt ist, wogegen der nordöstliche Flügel plötzlich

*) Derselbe erschien unter dem Titel: Geognostische Notiz über die Lagerung des Nachoder Steinkohlenzuges, im Neuen Jahrbuche für Min. 1841, S. 432 f.

bei Zales durch verticale Plänerschichten, also ebenfalls durch Schichten der Kreideformation unterbrochen wird, welche zuletzt bei Klein-Schwadowitz als Grünsand und Quader mit sehr steilem südwestlichem Einfallen endigen, worauf sogleich die Steinkohlenformation beginnt Diese letztere besteht dort



Liebethal Eipel Zales Schwadowitz Qualisch

A. Kohlenformation. B. Rothliegendes. C. Quader. D. Pläner.

vorwaltend aus weissem und grauem, äusserlich roth gefärbtem Sandsteine, welcher das sogenannte Faltengebirge constituirt, und zwei Züge von Schieferthon mit Kohlenflötzen umschliesst; seine Schichten fallen anfangs über 60°, weiterhin allmälig weniger, und zuletzt nur noch 20° in Nordost; über ihm folgt bald in concordanter Lagerung das Rothliegende, ganz von derselben Beschaffenheit wie bei Eipel, und endlich wieder horizontaler Quadersandstein. Dieses äusserst merkwürdige Lagerungsverhältniss ist nun offenbar so zu erklären, dass nach der Bildung der Kreideformation der östlich von Zales liegende Theil der äusseren Erdkruste gewaltsam nach NO. aufwärts gedrängt und in eine stark geneigte Lage versetzt worden ist, während der südwestlich angränzende Theil zurück blieb; dabei entstand eine weit gähnende Spalte, in welche ein ganzes Schichtensystem der Kreideformation dergestalt hinabrutschte, dass es zwischen die erhobenen, und die in der Tiefe gebliebenen Schichten eingeklemmt wurde. Durch spätere Abtragungen und Zerstörungen ist das Ganze endlich so ausgebildet worden, wie es gegenwärtig vorliegt. Indem man früher die eigenthümliche Lagerung der zwischen Zales und Klein-Schwadowitz eingeklemmten Plänerzone übersah, glaubte man, die bei letzterem Orte nordöstlich einfallende Kohlenformation werde von dem bei Zales gleichfalls nordöstlich einfallenden Rothliegenden eben so unterteuft, wie sie bei Qualisch von Rothliegendem bedeckt wird, und fand hierin einen Hauptbeweis für die Ansicht, dass die Niederschlesisch-Böhmische Kohlenformation dem Rothliegenden eingelagert und untergeordnet sei.

Das Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlenbassin wird vom Rothliegenden theils concordant, theils discordant überlagert, welches letztere auch von dem sogenannten Vogesensandsteine gilt, der von Manchen als ein Aequivalent des Rothliegenden betrachtet worden ist, und zwischen Gersweiler und Saarbrück fast horizontal auf den mehrfach undulirten Schichten der Kohlenformation aufliegt. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France*, *I*, *p*. 52. In den Vogesen selbst aber erscheint das eigentliche Rothliegende mit wenig Ausnahmen (wie z. B. bei Ronchamps) der Steinkohlenformation in discordanter Lagerung aufgesetzt, und es ist daselbst die durch diese Lagerung ausgesprochene Discontinuität beider Bildungen um so interessanter, weil die Gegenwart von rothen und blaulichen Thonsteinen in beiden auf eine Identität der Formationen zu verweisen scheint. *Explic. de la carte géol. de la France*, *I*, *p*. 410. Die Verhältnisse scheinen dort ähnliche zu sein, wie im Döhlener Bassin bei Dresden.

In England liegt die permische Formation vielorts discordant über den

steil aufgerichteten Schichten der Steinkohlenformation; indessen findet auch in einigen Gegenden, wie z. B. stellenweise in Yorkshire, besonders aber in Shropshire concordante Lagerung Statt. Bei Shrewsbury z. B. wo das Kohlengebirge an den Breidden-Hills unter dem Rothliegenden hervortritt, liegt dieses letztere nicht nur gleichförmig auf dem ersteren, sondern ist sogar durch Gesteinsübergänge mit ihm verbunden. Dasselbe ist der Fall in Coalbrookdale, wo Prestwich die Gleichförmigkeit der Lagerung und dieselben Uebergänge nachgewiesen hat; ähnliche Verhältnisse scheinen sich auch anderwärts zu wiederholen, so dass überhaupt die Kohlenreviere von Shropshire die jüngste Etage der Steinkohlenformation darstellen, welche nach oben durch gleichförmige Lagerung und Gesteinsähnlichkeit mit dem Rothliegenden (oder *lower new red sandstone*) verknüpft ist. Dieselbe Etage ist es auch, welche mehrorts die oben S. 469 erwähnten Lager von Süsswasserkalkstein beherbergt. *The Silurian System*, *p.* 81, 100 und 139. Bei Dudley in Staffordshire findet gleichfalls ein sehr inniges Anschliessen der Kohlenformation an das Rothliegende Statt, und in Neuschottland zeigt die oberste Abtheilung der Steinkohlenformation, welche Dawson als neuere Kohlenformation beschrieben hat, eine grosse Aehnlichkeit mit dem Rothliegenden. *Quarterly Journ. of the geol. soc. I,* 1845, *p.* 322 ff.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen über die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenformation müssen wir noch einiger höchst merkwürdiger Vorkommnisse gedenken, welche hier und dort nachgewiesen worden sind. Dahin gehören zuvörderst die schmalen fast verticalen Zonen von kohlenführenden Schichten, welche, bei einer grossen allgemeinen Aehnlichkeit mit Gebirgsgliedern der eigentlichen Steinkohlenformation, unter ganz räthselhaften Verhältnissen, völlig isolirt und gleichsam eingeklemmt mitten im Gebiete granitischer und ähnlicher Gesteine auftreten. Dergleichen Vorkommnisse kennt man z. B. bei Zunsweier oder Berghaupten unweit Offenburg in Baden, so wie bei Avallon im Dép. der Yonne, wo sie im Granite eingeschlossen sind; auch lässt sich der merkwürdige im Granite eingeklemmte, jedoch mehr horizontal liegende Keil von Lapleau, unweit Ussel im Dép. der Corrèze, hierher rechnen.

Die kohlenführende Zone in Baden zieht sich nach Netto von Berghaupten an der Kinzig über Hagenbach nach Diersburg, ist überhaupt auf etwa anderthalb Stunden Länge bekannt, streicht mit mancherlei Windungen von NO. nach SW. und fällt bei Berghaupten 70 bis 80° in SO., bei Diersburg eben so stark in NW. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden, und schwankt zwischen 200 und 500 Fuss. Sie besteht aus grauem Sandstein, schwarzem Schieferthon und mehren Anthracitflötzen, deren Stärke ebenfalls sehr wechselnd ist. Das ganze Schichtensystem ist in dem dortigen Granite eingeschlossen, welcher jedoch zu beiden Seiten desselben ganz allmälig in einen glimmerreichen Gneiss übergeht, dessen Schichten dieselbe Lage haben, wie die angränzenden Schichten der Kohlenformation. Netto ist geneigt, das Ganze für einen losgerissenen, und im Granite eingeklemmten Theil eines, irgendwo in der Tiefe befindlichen Kohlengebirges zu halten.

Rozet beschrieb die merkwürdige kohlenführende Zone des Morvan bei Avallon. Sie steckt wie ein Gang mitten im Granite, ist selten breiter als 500 Meter, setzt aber von Villers-les-Nonnains bis nach Courcelle-Framoy, über 4 lieues weit fort, über alle Höhen und durch alle Thäler hinweg. Zu beiden Seiten wird der Granit von Porphyrgängen durchschnitten, welche an mehren Punkten in die kohlenführende Zone hineinsetzen. Bei la-Charmée, nordöstlich von Rouvray, kennt man mehre Flötze einer anthracitähnlichen Kohle, und dort fand man auch, dass die Schichten aus Conglomerat, Sandstein und Schieferthon bestehen, welcher letztere reich an Pflanzenabdrücken ist. Alle diese Schichten sowie die Kohlenflötze selbst sind ausserordentlich gewunden, mit Anschwellungen und Verdrückungen versehen, voll von Rutsch- und Quetschflächen, steil aufgerichtet und meist 60 bis 66° in Südwest fallend. Rozet vermuthet, diese Zone habe sich in einem sehr engen, gewundenen Thale des Granites gebildet, und später sei Alles durch die Porphyre in seine jetzige Lage gebracht worden. *Mém. de la soc. géol. de France IV*, 1840, *p.* 99. Sie erinnert an das Bassin der Dordogne; S. 504.

Bei Lapleau liegt eine 900 Meter lange und 400 Meter breite Parcelle der Steinkohlenformation, deren Schichten 18° fallen, wie ein Keil im Granite, welcher die Sohle und das Dach derselben dergestalt bildet, dass seine liegende Gränzfläche der tiefsten Schicht ungefähr parallel ist, während seine hangende Gränzfläche die Schichten schräg durchschneidet. Die tiefste Schicht von 3 bis 4 Meter Mächtigkeit besteht aus einem Conglomerate von stumpfeckigen Fragmenten desselben Granites, mit schwarzem Schieferthon als Cäment; darüber folgen 50 Meter Schieferthon mit zwei Kohlenflötzen, und zuletzt Sandstein. Die ganze Erscheinung ist offenbar durch eine theilweise Ueberschiebung desselben Granites zu erklären, auf welchem sich die dortige Kohlenformation ursprünglich abgesetzt hatte; sie ist ein Seitenstück zu der im ersten Bande S. 976 beschriebenen Ueberschiebung des Granites bei Hohnstein über den Quadersandstein. *Explic. de la carte geol. de la France*, *I*, *p.* 643.

Noch weit räthselhafter und grossartiger sind die Verhältnisse der Alpinischen Anthracitformation, welche der dortigen Gneiss- und Protoginformation theils regelmässig eingeschaltet, theils discordant aufgelagert, und, obwohl reich an wahren carbonischen Pflanzenresten, so doch mit den belemnitenführenden Gesteinen der Liasformation stellenweise so innig verbunden ist, dass es fast den Anschein gewinnt, als ob dieselben Schichten zugleich Pflanzenreste aus der carbonischen, und Thierreste aus der jurassischen Periode enthielten; weshalb denn diese Anthracitformation, wie in ihren geotektonischen, so noch weit mehr in ihren paläontologischen Erscheinungen eines der schwierigsten Probleme darbietet. Da jedoch die zahlreichen Pflanzenabdrücke lauter bekannten Formen der Steinkohlenformation entsprechen, und da die Liasformation an vielen Orten discordant und übergreifend auf den anthracitführenden Schichten liegt, so dürfte der hier und da beobachtete scheinbare Wechsel von Schichten mit Belemniten und mit Kohlen-

pflanzen durchaus keinen hinreichenden Grund abgeben, um die Alpinische Anthracitformation von der Steinkohlenformation zu trennen, und mit der Liasformation zu vereinigen.

Man kennt diese wunderbare Formation in den Alpen von Oisans bei Briançon an der Durance, so wie von dort aus weiter an der Romanche, in den Rousses, einem nördlich von der Romanche gelegenen Theile des Gebirges, vorzüglich aber in der Maurienne und Tarentaise, wo ihre Verhältnisse durch Elie de Beaumont, Sismonda, Scipion Gras, Fournet u. a. ausgezeichnete Geologen sehr gründlich studirt worden sind, ohne dass es jedoch gelungen ist, alle Räthsel zu einer befriedigenden Lösung zu bringen. Aus der Tarentaise setzt sie über Beaufort, das Thal der Arve und zu beiden Seiten der Aiguilles-Rouges nach dem Rhône, bis an den Fuss der Dent de Morcles; östlich von Anniviers, in Oberwallis und Graubündten verschwindet sie, um erst auf der Stangalpe in der Steiermark wieder zu erscheinen.

An der Romanche sieht man, neben der von Bourg d'Oisans nach Briançon führenden Strasse, ein aus Conglomerat, Sandstein und schwarzem Schiefer nebst Anthracit bestehendes Schichtensystem von sehr steiler Lage, so regelmässig zwischen den concordant geschichteten Gneiss eingeschaltet, dass es, wie Gras sagt, als ein integrirender Theil, oder als ein untergeordnetes Glied dieser Gneissformation betrachtet werden muss; dabei geht jedoch der Gneiss zu beiden Seiten der Anthracitzone in Talkschiefer über. Ganz in der Nähe aber, auf der Höhe von Bons, liegt die Liasformation in schwach geneigten Schichten über den fast senkrechten Schichten des Gneisses und Talkschiefers, so dass also hier eine entschiedene Trennung des kohlenführenden Systems von der Liasbildung ausgesprochen ist. Ganz ähnliche Verhältnisse sind an anderen Punkten der Umgegend von Bourg d'Oisans, so wie in den Rousses zu beobachten. — Bei Petit-Coeur in der Tarentaise lehnt sich eine untere, sehr steile Anthracitzone mit vielen Farnkraut-Abdrücken an gleichförmig geschichteten Talkschiefer, wird aber von Liaskalkstein gleichfalls in concordanter Lagerung bedeckt, worauf dann eine zweite weit mächtigere Anthracitzone folgt. Bei La-Mure dagegen steht die von Pflanzenabdrücken erfüllte Anthracitbildung senkrecht neben dem Gneisse und Talkschiefer, und wird vom Liaskalkstein in discordanter Lagerung bedeckt. An einigen Punkten breiten sich die, im Gneisse vertical eingeklemmten Schiefer und Sandsteine oben auf der Oberfläche des ersteren fast horizontal, oder doch flach fächerförmig aus; und so kommen noch mancherlei andere ganz seltsame Lagerungsverhältnisse vor, in welchen man, eben so wie in den bereits erwähnten, Beweise für die Ansicht zu finden glaubt, dass diese Alpinischen Gneisse nur metamorphosirte Schichten der Anthracitformation seien. Vergl. *Scipion Grass*, *Bull. de la soc. géol. X*, *p*. 91 f., besonders aber dasselbe *Bulletin*, 2. *série*, *I*, *p*. 690 ff.; Studer, Neues Jahrbuch für Min. 1846, S. 202, und dessen Geologie der Schweiz, S. 80, 85, 91, 100 und 356. — Dass aber diese Alpinische Anthracitbildung nur zu der Steinkohlenformation gerechnet werden kann, diess ist neuerdings durch Oswald Heer sehr überzeugend dargethan worden. Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 657 ff.

Drittes Capitel.

Paläontologische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 359. *Allgemeine Betrachtung der pflanzlichen Ueberreste.*

Die Steinkohlenformation beherbergt eine grosse Menge von organischen Ueberresten, sowohl aus dem Pflanzenreiche, als auch aus dem Thierreiche; während aber die Pflanzenreste grösstentheils nur in denen aus Sandstein, Schieferthon und Steinkohle bestehenden Etagen niedergelegt sind, und daher in den limnischen eben so wohl wie in den paralischen Territorien vorkommen, so erweisen sich die thierischen Ueberreste als ein fast ausschliessliches Eigenthum der unteren Etagen der paralischen Kohlenformation, indem die meisten von ihnen im Kohlenkalksteine und in den ihn unmittelbar begleitenden Schichten auftreten.

Was nun zuvörderst das Pflanzenreich betrifft, so ist es wohl gewiss, dass keine andere Formation eine gleiche Menge von vorweltlichen Pflanzenmassen umschliesst, wie die Steinkohlenformation; aber freilich befindet sich der grösste Theil dieser Pflanzenmassen als Steinkohle in einem solchen Zustande der Aggregation und Compression, der inneren Umbildung und gegenseitigen Verflössung, dass die Formen der einzelnen, vielfältig in und über einander gepressten, und zu einer stetigen und homogenen Kohlenmasse umgewandelten Pflanzenkörper in den Kohlenflötzen nur selten noch deutlich erkannt werden können. Auch mag sich wohl ein grosser Theil dieser Pflanzenmassen vor seiner gänzlichen Verkohlung in einem ähnlichen Zustande der Maceration, Auflockerung und Erweichung befunden haben, wie solcher bei manchen Torfarten angetroffen wird.

Göppert hat wohl zuerst aufmerksam darauf gemacht, dass man auch mitten in der Steinkohle die Formen und Sculpturen zumal von stammartigen Pflanzenkörpern häufiger zu erkennen vermag, als man es vermuthen sollte; besonders gilt diess von den Sigillarien, Calamiten, Stigmarien, Lepidodendren u. a. Pflanzen, durch deren Anhäufung die Kohlenflötze vorzugsweise gebildet worden sind. So sind von Göppert in den Kohlenflötzen Schlesiens, Westphalens und Rheinpreussens bereits über 80 Pflanzenspecies innerhalb der Kohle selbst nachgewiesen worden; Teschemacher aber hat auch in den Anthracitflötzen Pennsylvaniens noch deutlich erkennbare Pflanzenformen gefunden. Die Erscheinung ist also gar nicht so selten, und bisher nur weniger beachtet worden, als sie es verdient.

Wo dagegen vereinzelte Pflanzenkörper in feinem Sandsteine, in Schieferthon, oder auch in Sphärosiderit eingeschlossen wurden, da

werden solche zwar gleichfalls eine Verkohlung ihrer Substanz erfahren haben, aber eben deswegen, innerhalb der hellfarbigen und für jeden Eindruck empfänglichen Masse, ihre Formen um so deutlicher hervortreten lassen. Daher sind es denn gerade die genannten drei Gesteine, ganz vorzüglich aber der Schieferthon und der Sphärosiderit, welche den grössten Reichthum von wohl erhaltenen Pflanzenresten umschliessen.

Uebrigens wurde es schon gelegentlich bemerkt, dass diese Pflanzenreste besonders zahlreich und manchfaltig in der unmittelbaren Nachbarschaft der Kohlenflötze, und zwar in dem Hangenden derselben, oder in denjenigen Schichten vorkommen, welche zunächst über den Flötzen liegen; wogegen es eine vielfältig, in England wie in Westphalen und Schlesien, in Neuschottland wie in Pennsylvanien und in anderen Nordamerikanischen Staaten wahrgenommene Thatsache ist, dass der unmittelbar im Liegenden der Kohlenflötze anstehende Schieferthon gar häufig nichts als Stigmarien (und allenfalls noch Calamiten) erkennen lässt, deren Stämme und lineare Blätter diesen Sohlschieferthon erfüllen, welcher durch die Einknätung der letzteren oftmals eine recht verworrene Structur erhalten hat.

Im eigentlichen Kohlenkalksteine so wie in den limnischen Kalksteinen der Steinkohlenformation kommen nur selten wohl erhaltene Pflanzenreste vor. Ein ausgezeichnetes Beispiel der letzteren Art liefert der oben, S. 469 erwähnte Kalkstein von Burdihouse, welcher zumal auf seinen Schichtungsfugen sehr zahlreiche Pflanzenreste umschliesst. Besonders häufig sind Lepidostrobi, von welchen einmal auf einer drei Quadratfuss grossen Fläche über 40 Stück beisammen lagen; dann Lepidophylla und Lepidodendra, sowie Farnkräuter, während Calamiten nur selten und Sigillarien gar nicht vorkommen. *The fossil Flora of Great Britain, III*, 1837, *p*. 22.

Als ein interessantes und wichtiges Ergebniss der neueren Beobachtung verdient es hervorgehoben zu werden, dass die verschiedenen, in einem und demselben Bassin über einander liegenden Kohlenflötze eine mehr oder weniger auffallende Verschiedenheit der sie begleitenden und zusammensetzenden vegetabilischen Ueberreste erkennen lassen. Diese Thatsache dürfte nicht nur die verschiedene Qualität der Kohle in den verschiedenen Flötzen erklären, sondern auch beweisen, dass zwischen der Bildung je zweier auf einander folgender Flötze ein bedeutender Zeitraum lag, während dessen sich in derselben Gegend eine neue Vegetation an der Stelle der vorhergehenden entfaltete; wie ja dergleichen Vegetationswechsel auch heutzutage da vorzukommen pflegen, wo durch äussere Ursachen der vorhandene Bestand vernichtet wurde. Doch mag wohl die ganze Vegetation überhaupt während des langen Ver-

laufes der carbonischen Periode gewisse Entwickelungsstufen durchschritten haben, so dass zu verschiedenen Zeiten verschiedene Formen vorgewaltet haben werden.

Durch vieljährige Beobachtungen des Vorkommens der verschiedenen Pflanzenspecies bei den verschiedenen Steinkohlenflötzen des Eschweiler Bassins hatte Gräser schon vor längerer Zeit das Resultat erhalten, dass diejenigen Species, welche die tieferen Flötze begleiten, bei den höheren Flötzen allmälig verschwinden, wogegen sich immer neue Species einstellen, je höher man aufwärts steigt, bis endlich die Pflanzen der älteren Flötze gänzlich verdrängt und durch andere ersetzt werden. Bischof, die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers, 1837, S. 356. Später ist dieses Verhältniss noch weit allgemeiner von Göppert und Beinert erkannt und verfolgt worden. Nachdem sie selbst in dem Flötzzuge von Tannhausen über Charlottenbrunn gefunden hatten, dass die unteren Flötze vorwaltend von anderen Pflanzen begleitet werden, als die oberen Flötze, nachdem ähnliche Beobachtungen von Burat im Steinkohlenbassin der Saône und Loire, und von Dumas in dem Kohlenreviere des Dép. du Gard gemacht worden waren, erkannten sie es als eine ganz allgemeine, in den Steinkohlenterritorien von Oberschlesien und Niederschlesien, von Westphalen und Saarbrücken bestätigte Thatsache, dass nicht nur die verschiedenen Flötze, sondern auch die sie bedeckenden Schieferthone durch verschiedene Pflanzenspecies charakterisirt sind, obwohl ihnen auch gewisse Species gemeinschaftlich zukommen.

Auch ist es durch Adolph Brongniart, Göppert und Andere erwiesen worden, dass manche Flötze wo nicht ausschliesslich, so doch sehr vorwaltend von einigen wenigen und meist stammartigen Pflanzenformen gebildet worden sind, dass aber die Flötze verschiedener Bassins in dieser Hinsicht eine mehr oder weniger grosse Verschiedenheit erkennen lassen.

Es haben z. B. in Oberschlesien Sigillarienstämme das Meiste zur Bildung der Kohlenflötze beigetragen, so dass die dortige, die Polnische und die Krakauer Steinkohle geradezu als Sigillarienkohle bezeichnet werden kann; daher erklärt sich auch die grosse Mächtigkeit der dortigen Flötze; die Sagenarien, Lepidodendra, Stigmarien und Calamiten werden nur in einzelnen Lagern überwiegend; im Allgemeinen sind die Calamiten und Nöggerathien selten, während die Farnkräuter überall fehlen. In Niederschlesien aber, wo die Flötze niemals so mächtig werden, da kommen Sigillarien und Lepidodendra zwar überall, doch nur vereinzelt, Stigmarien dagegen in unglaublicher Menge vor, zugleich mit Farnkräutern; die meiste Niederschlesische Kohle lässt sich daher als Stigmarienkohle bezeichnen. Araucarienholz ist in beiden Territorien als Faserkohle vorhanden. Die mächtigeren Flötze Oberschlesiens zeigen auf meilenweite Entfernungen dieselbe Beschaffenheit und dieselben Pflanzen, und eben so verhält es sich in Niederschlesien. Auch die Schieferthone sind in Oberschlesien sehr arm an Farnkräutern, und lassen überhaupt eine sehr einförmige Flora erkennen, während sie in Niederschlesien vorwaltend Farnkräuter zugleich mit zahlreichen anderen Pflanzen, über-

haupt also eine sehr manchfaltige Flora umschliessen. Ueberall aber ist, in der Kohle wie in den Schieferthonen, eine gruppenweise oder gesellige Ablagerung der Pflanzen, ein Vorwalten der einen, und ein Zurücktreten der anderen unverkennbar. Göppert, Preisschrift über die Frage, ob die Pflanzen der Kohlenformation an Ort und Stelle gewachsen sind, S. 276 ff. — Auch in anderen Gegenden scheinen häufig Flötze vorzukommen, welche vorwaltend von Stigmarien oder von Sigillarien, oder auch (wie z. B. nach Goldenberg bei Saarbrück) Flötze, welche fast nur von Nöggerathien gebildet worden sind.

Im Allgemeinen trägt die Flora der Steinkohlenformation das Gepräge einer Sumpf-, Morast- und Strand-Vegetation; doch kommen eigentliche subaquatische Pflanzen, wie die Fucoiden, nur selten vor. Kryptogene Monokotylen sind bei weitem vorherrschend; neben ihnen erscheinen nur noch Coniferen und nacktsamige Dikotylen, wogegen die angiospermen Dikotylen fast gänzlich vermisst werden.

Unter den grösseren stammartigen Pflanzenformen sind es zunächst die Calamiten, welche eine sehr allgemeine Verbreitung besitzen, und deren plattgedrückte, nach allen Richtungen liegende Stämme nicht selten dermaassen angehäuft sind, dass sie fast auf jeder Spaltungsfläche des Schieferthons zum Vorschein kommen. Die Asterophylliten, Annularien und sogenannten Hippuriten scheinen Aeste, Zweige und Blattquirle, die Volkmannien Blüthenähren der Calamiten gewesen zu sein*).

Während die Farnkräuter oftmals in einer ganz erstaunlichen Menge und Manchfaltigkeit angetroffen werden, so sind dagegen Stämme von Farnbäumen keineswegs so häufig, als man früher glaubte, da die Sigillarien noch für dergleichen Stämme gehalten wurden. Dagegen erlangen diese Sigillarien und die ihnen sehr ähnlichen Syringodendra eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit, weil ihre oft colossalen Stämme in manchen Territorien der Steinkohlenformation in wahrhaft erstaunlicher Menge angehäuft sind. Dasselbe gilt von den Stigmarien, deren Deutung als bloser Wurzeln von Sigillarien (I, 846) nach Göppert und Unger noch keinesweges hinreichend erwiesen ist, so wie von den Lepidodendren, welche gleichfalls zu den häufigsten und grossartigsten Formen der carbonischen Flora gehören.

Von diesen und von einigen anderen stammartigen Pflanzentheilen dürfte das hauptsächliche Material vieler Steinkohlenflötze geliefert wor-

*) Nach Germar, Göppert und Constantin v. Ettingshausen. Siehe des Letzteren Beiträge zur Flora der Vorwelt, in Naturwissenschaftl. Abhandl. herausgegeben von Haidinger, IV, 1. Abth. S. 65 ff.

den sein; doch mögen wohl auch die Farnkräuter und manche andere, kraut- oder staudenartige Pflanzen ihren Tribut entrichtet haben. Insbesondere dürfte die Schieferkohle aus einer Anhäufung solcher kleineren Pflanzen entstanden sein, deren hundertfältig über einander abgestorbene Generationen sehr weit ausgedehnte vorweltliche Torfmoore gebildet zu haben scheinen. Dass Fucoiden nur selten beobachtet worden sind, diess wurde bereits erwähnt; nach Richard Brown kommen dergleichen in mehren Schichten der Kohlenformation von Cape-Breton vor, auch werden welche aus den Vereinigten Staaten und aus der Kohlenformation Russlands angeführt. Das früher als ziemlich häufig vorausgesetzte Vorkommen von Palmen dürfte neueren Forschungen zufolge sehr beschränkt sein, indem die, allerdings sehr verbreiteten Nöggerathien nach Brongniart nicht zu den Palmen, sondern zu den Cycadeen gehören*); von wirklichen Palmen kennt man nur eine Flabellaria, ein paar Species von *Palaeospathe* und *Zeugophyllites*, und einige andere seltene Formen. Unter den Coniferen ist besonders der *Araucarites carbonarius* wichtig, von welchem nach Göppert die meiste Faserkohle abstammt. Früchte oder Karpolithen kommen ziemlich häufig vor, lassen sich aber nur äusserst selten mit einiger Sicherheit auf andere, stamm- oder krautartige Formen beziehen.

Was den Zustand betrifft, in welchem die isolirten, also im Sandsteine, Schieferthone oder Sphärosiderite eingeschlossenen Pflanzenreste gefunden werden, so pflegen das Laub der Farnkräuter und die Blätter aller übrigen Pflanzen gewöhnlich verkohlt, bisweilen verkiest, oftmals auch nur in Abdrücken vorzukommen**). Die Stämme sind zwar grösstentheils bretartig zusammengedrückt, nicht selten aber noch cylindrisch gestaltet, zumal wenn sie aufrecht in Bezug auf die Gesteinsschichten stehen. Sie zeigen gewöhnlich eine in Steinkohle umgewandelte Rinde, welche z. B. bei manchen Sigillarien und Calamiten noch bis ½ Zoll dick ist, während der innere Raum mit Schieferthon, oder mit Sandstein, bisweilen sogar mit Conglomerat ausgefüllt ist, in welcher Ausfüllung nicht selten Fragmente anderer Pflanzenreste vorkommen. Da nun dieselben Stämme auch von Gesteinsmasse umschlossen werden, so haben sich gleichzeitig verschiedene innere und äussere Abformungen, oder Steinkerne und Abdrücke ausgebildet, deren Sculptur bald der Innenseite, bald der Aussenseite der Rinde entspricht. War auch die Rinde zerstört worden, so gab diess zur Ausbildung noch anderer Steinkerne Veranlassung.

*) Constantin v. Ettingshausen findet jedoch ihre Analogie mit den Palmen weit grösser, als mit den Cycadeen.

**) Nur äusserst selten erscheinen die Blätter nur braun, noch etwas biegsam, fast wie getrocknete Blätter aus einem Herbarium, so dass sie sich vom Schieferthone bei einiger Vorsicht ablösen lassen.

In diesen so häufig vorkommenden, mit Sandstein oder mit Schieferthon ausgefüllten Stämmen ist natürlich von der organischen Structur des inneren Stammtheiles nichts mehr zu erkennen, obwohl die äussere und innere Sculptur der Rinde oft ganz vortrefflich erhalten ist. Weit seltener finden sich wirklich versteinerte Stämme, welche entweder durch Kieselerde, durch kohlensauren Kalk oder durch kohlensaures Eisenoxydul, bisweilen auch durch Eisenkies petrificirt worden sind, und im verkieselten oder verkalkten Zustande ihre innere Structur oftmals in wunderbarer Vollkommenheit erhalten haben, weshalb gerade sie für die Paläophytologie ein ganz besonderes Interesse haben.

Verkieselte Stämme oder Stammtheile scheinen in der carbonischen Formation weit seltener vorzukommen, als in der permischen Formation. Man kennt dergleichen z. B. in Böhmen bei Neu-Paka, so wie bei Breeda und Slatin im Nachoder Kohlengebirge, in Oberschlesien bei Janow unweit Myslowitz, in Niederschlesien an mehren Punkten des Waldenburger und Neuroder Reviers, in Frankreich im Bassin von Autun, wo sie sehr häufig vorkommen, und eine solche Aehnlichkeit mit den Dendrolithen aus dem Rothliegenden von Chemnitz besitzen, dass die betreffenden Sandsteinschichten von manchen Geologen der permischen Formation zugerechnet werden. Der oben, S. 457 erwähnte weiche Sandstein aus dem Kenawha-Thale ist nach Hildreth sehr reich an grossen, z. Th. 50 bis 60 Fuss langen und 3 Fuss dicken, meist noch mit ihren Wurzeln versehenen, und durchaus verkieselten Baumstämmen; sie bestehen nämlich aus eisenschüssigem Hornstein, welcher auf allen Klüften mit Quarz überdrust ist*). Auch in Neuholland hat Leichhardt am Mackenzieflusse, unter 23° südl. Breite, versteinerte Coniferen gefunden, theils liegend, theils aufrecht stehend, verkieselt oder in Brauneisenerz verwandelt. *Clarke*, *Quart. Journ. of the geol. soc. IV*, *p.* 60. Verkalkte Stämme sind seltener. Bei Gosforth unweit Newcastle ist im Sandstein ein aufrechter, 72 Fuss langer Stamm gefunden worden, dessen Holzkörper durch kohlensauren Kalk petrificirt war; ähnliche verkalkte Stammtheile kamen in dem Sandsteinbruche von Craigleith bei Edinburgh vor. *Lyell*, *Manual of elem. Geol.* 3. *ed. p.* 40 und 318. In Neuschottland findet sich nach Dawson stellenweise verkalktes Araucarienholz in grosser Menge, wie Treibholz zusammengehäuft; so z. B. zwischen Cape Malagash und Wallace-Herbour. Calamiten, Stigmarien u. a. Stämme sind nicht so gar selten durch Sphärosiderit versteinert oder doch wenigstens zu Steinkernen umgebildet worden, wie z. B. die aufrecht stehenden sogenannten Eisenmänner im Saarbrücker Kohlengebirge.

Noch haben wir der merkwürdigen und viel besprochenen Erscheinung der aufrecht stehenden Stämme zu gedenken. Man versteht

*) Hildreth vermuthete, dass diese Stämme Coniferen seien; wenn jedoch die von Lyell (Reisen in Nordamerika, übers. von Wolff; 1846, S. 230) erwähnten Dendrolithen, deren einer ihm von Hildreth verehrt wurde, dieselben sind, so wären es, seiner genauen Beschreibung zufolge, Psaronien.

nämlich unter aufrecht stehenden Stämmen solche, welche die sie einschliessenden Schichten rechtwinkelig durchsetzen, und daher wirklich aufrecht erscheinen, wenn sich diese Schichten noch in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage befinden, wogegen sie sich in einer mehr oder weniger geneigten Stellung zeigen werden, sobald die Schichten eine grössere oder geringere Aufrichtung erfahren haben. Dergleichen aufrechte Stämme kommen nicht so gar selten vor, haben daher schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und auch bereits früher den Gegenstand einer besonderen Monographie geliefert*).

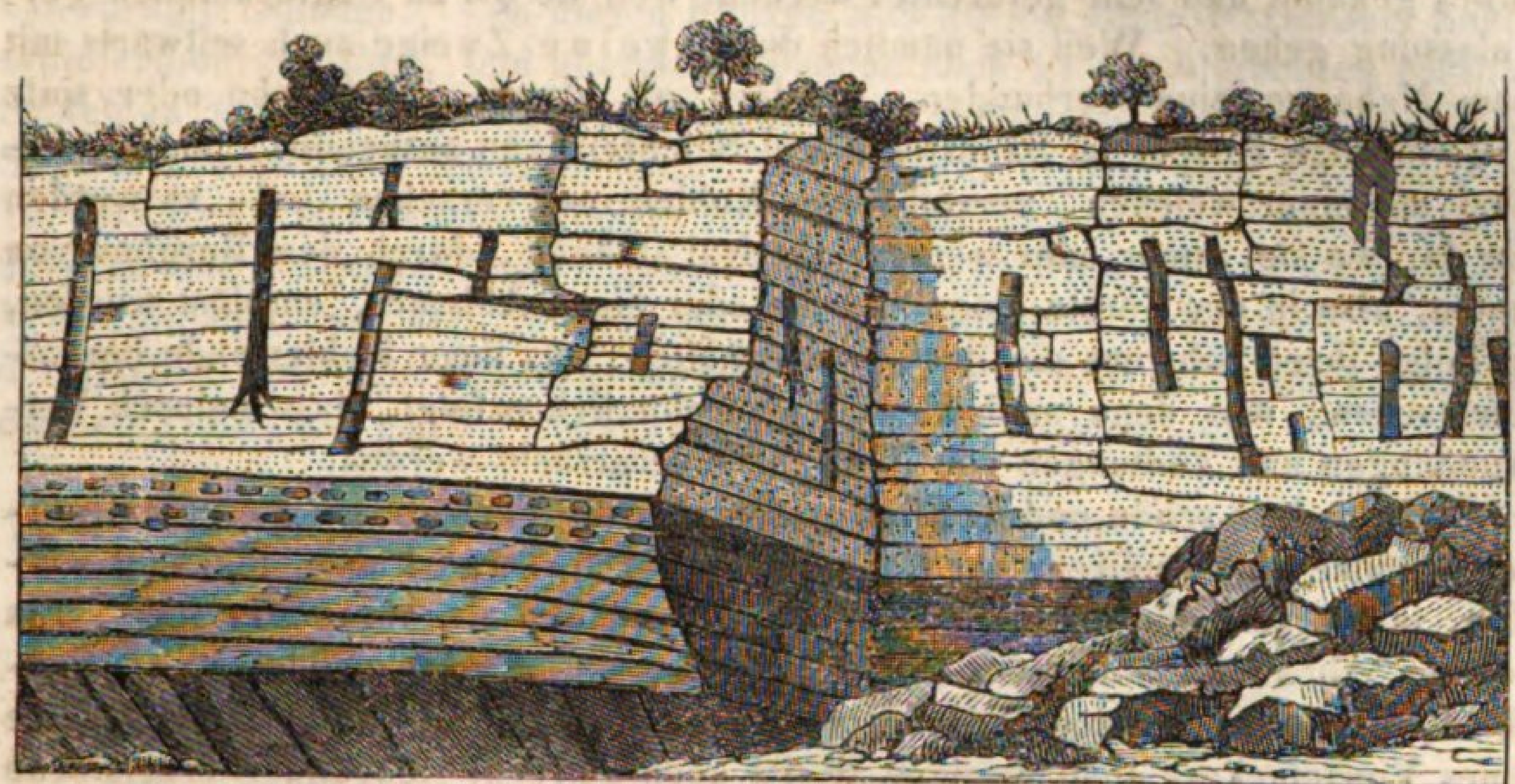
Sie haben ihre cylindrische Gestalt mehr oder weniger gut erhalten, sind also nicht plattgedrückt, wie solches bei den liegenden Stämmen der Fall zu sein pflegt, besitzen nicht selten noch ihre Wurzelstöcke, endigen bisweilen nach unten oder nach oben in einem Kohlenflötze, erscheinen aber doch gewöhnlich nur als mehr oder weniger lange Fragmente von Stämmen, ohne weder ihren Wurzelstock, noch ihre Krone erkennen zu lassen. Auch sind sie oft der Quere nach zerstückelt, wobei die einzelnen Stücke bisweilen verschoben oder von einander gerückt erscheinen. Obgleich sie daher in manchen Fällen mit Recht für solche Stämme erklärt worden sind, welche, an Ort und Stelle gewachsen, sich noch an ihrem ursprünglichen Standorte befinden, so ist doch eine solche Deutung derselben keinesweges in allen Fällen zulässig.

Eine der ersten Nachrichten von derartigen Vorkommnissen dürfte diejenige sein, welche im Weimarischen Magazin vom Jahre 1783, S. 86 über die aufrechten Stämme bei Manebach im Thüringer Walde gegeben wurde. Im Jahre darauf beschrieb Habel einen Calamiten von Duttweiler, welcher 6 bis 7 Lachter hoch durch den dortigen schwarzen und sehr kiesreichen Schieferthon aufragte. Zu den schon früher bekannten Beispielen gehören auch die, in einem Sandsteinbruche unweit Hainichen in Sachsen vorkommenden Stämme, welche daselbst, bei einer Länge von vielen Fuss, und einer Dicke bis zu 2 Fuss, senkrecht in den fast horizontalen Schichten des (devonischen) Kohlensandsteins stehen. Später sind dergleichen Stämme aus so vielen Territorien der Steinkohlenformation beschrieben worden, dass wir uns mit der Erwähnung einiger besonders ausgezeichneter Beispiele begnügen können.

So fand Logan in einer Seitenschlucht des Thales von Swansea vier schöne, aufrechte Sigillarienstämme; sie waren bis 2 Fuss dick, mehre (der eine über 13) Fuss lang, und standen mit ihren unteren Enden auf einem Kohlenflötze. *De-la.Beche, Report on the Geol. of Cornwall etc. p.* 143. Ein recht interessantes Vorkommniss ist dasjenige, welches ehemals sehr schön bei le-Treuil, im Kohlenbassin von Saint-Etienne, entblöst war und von Adolph

*) Nöggerath, über aufrecht im Gebirgsgestein eingeschlossene Baumstämme, Bonn 1819, und: Fortgesetzte Bemerkungen über fossile Baumstämme, 1821.

Brongniart beschrieben worden ist*). Der nachstehende Holzschnitt stellt einen Theil des dortigen, in Kohlensandstein betriebenen Steinbruches dar,



Aufrechte Stämme im Sandsteine von le-Treuil.

wie ihn Brongniart vorfand. Ganz unten sieht man nämlich ein Kohlenflötz entblöst, welches von Schieferthon bedeckt wird, der oben einige Nierenflötze von thonigem Sphärosiderit enthält; darüber folgt in einer Mächtigkeit von etwa 18 F. der Kohlensandstein, welcher die Stämme umschliesst, deren Stellung fast vertical ist, weil die Schichten beinahe horizontal liegen. Man glaubt einen förmlichen Wald von grossen Equisetaceen oder Calamiten zu sehen, die an Ort und Stelle im Sande begraben wurden; einzelne Stämme zeigen noch ihre Wurzelenden, und bei manchen erkennt man es deutlich, wie ihre in den Schichtungsfugen getrennten Theile an diesen Fugen etwas verschoben sind. Das verschiedene Niveau der Wurzeln und die ganze Art und Weise der Erscheinung dieser Stämme dürfte jedoch, wie schon Constant Prévost und Lindley bemerkt haben, nicht für die Ansicht sprechen, dass sie sich an ihrem ursprünglichen Standorte befinden.

Wo das Kohlenbassin von Lancashire von der Boltoner Eisenbahn durchschnitten wird, da fand man in den etwa 15° nach Süden einfallenden Schichten, innerhalb einer Distanz von etwas mehr als 100 Fuss, sechs aufrechte Stämme, deren Wurzeln alle in einer weichen Schieferthonschicht stecken. Fast in demselben Niveau mit diesen Wurzeln liegt ein 8 bis 10 Zoll starkes Kohlenflötz, und unter diesem Flötze fand sich eine solche Menge von *Lepidostrobus variabilis*, dass mehr als ein Bushel davon gesammelt werden konnte. Die Stämme hatten eine zerreibliche Kohlenrinde von $^1/_4$ bis $^3/_4$ Zoll Dicke, und einer derselben, welcher bis zu 11 Fuss Höhe aufragte, maass am unteren Ende $15^1/_2$, am oberen Ende $7^1/_2$ Fuss im Umfange.

*) *Annales des mines*, 1. *série*, *t. VI*, 1821, *p.* 359 ff. Nach Walferdin ist die Erscheinung gegenwärtig nicht mehr so schön zu beobachten, weil der Steinbruchsbetrieb fortgeschritten ist. Man sieht jetzt nur geneigte und horizontale Stämme.

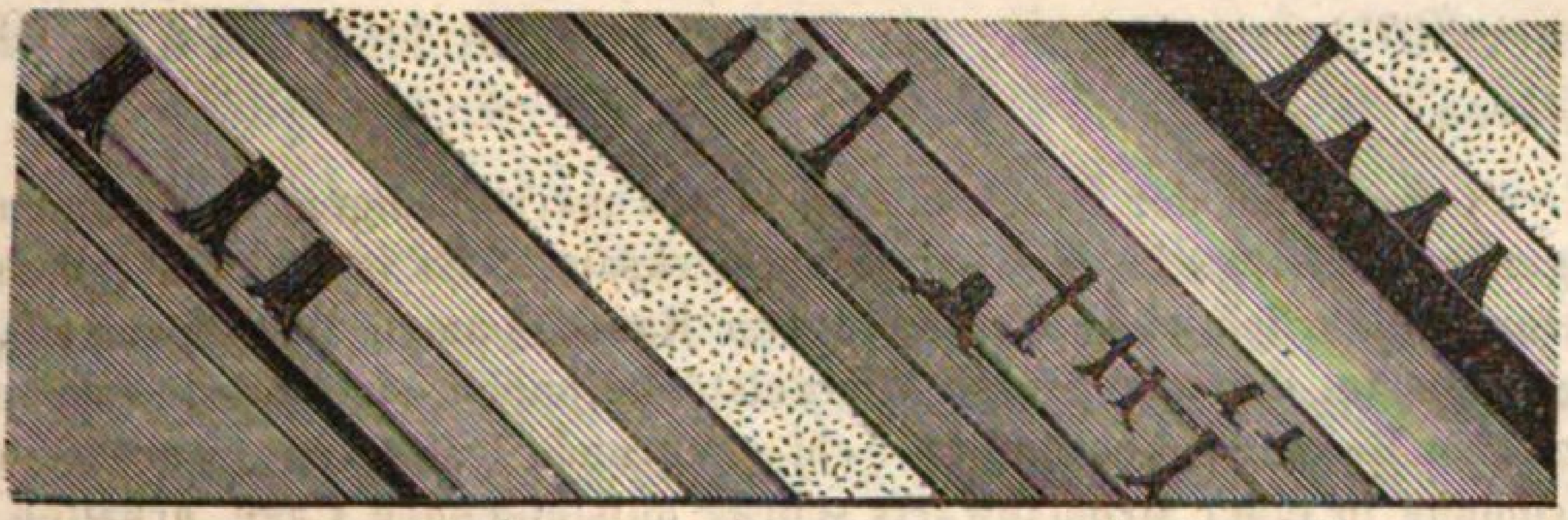
Ueberhaupt gehören aufrechte Stämme zu den nicht seltenen Erscheinungen in den Steinkohlenrevieren Englands, wo sie von den Bergleuten *coal-pipes* genannt und sehr gefürchtet werden, weil sie oft zu Unglücksfällen Veranlassung geben. Weil sie nämlich durch keine Zweige auch seitwärts mit dem Nebengesteine verbunden, sondern als blosse cylindrische oder spitz kegelförmige Körper im Sandsteine und Schieferthone suspendirt, und ausserdem mit einer weichen, zerreiblichen Kohlenrinde versehen sind, so werden sie da, wo sie, mehr oder weniger vertical stehend, durch den Bergbau von unten, also in der Förste einer Strecke oder eines Abbaues, entblöst wurden, in Folge ihrer Schwere ein Bestreben erhalten, aus ihrer Kohlenrinde herauszurutschen; was denn auch bisweilen so plötzlich erfolgt, dass dadurch Verwundungen und Tödtungen von Bergleuten verursacht werden.

Besonders schön und deutlich lassen sich die Verhältnisse dieser aufrechten Stämme dort studiren, wo Kohlenflötze durch Tagebaue abgebaut werden, indem man die über ihnen liegenden Schichten als Abraum entfernt. Ein solcher Abbau ist auf der Grube Parkfield, bei Wolverhampton in Staffordshire, betrieben worden. Dabei wurden auf einem Raume von der Grösse eines Viertelackers nicht weniger als 73 noch aufrecht stehende Wurzelstöcke entblöst, von welchen einige über 8 Fuss im Umfange maassen, und welche hier mehr, dort weniger nahe bei einander standen; die Stämme selbst waren dicht über der Wurzel abgebrochen, lagen kreuz und quer nach allen Richtungen durch einander, zeigten sich durchaus platt gedrückt, und in Steinkohle umgewandelt. Die Wurzeln aber bildeten den oberen Theil eines 10 Zoll mächtigen Kohlenflötzes. Nahe unter diesem Flötze fand man einen zweiten derartigen unterirdischen Wald, der auf einem 2 Fuss starken Kohlenflötze stand, und 5 Fuss unter diesem Flötze abermals einen dritten Wald, der aus grossen Stumpfen von Lepidodendren, Calamiten und anderen Stämmen bestand.

Aeusserst lehrreiche und interessante Beispiele von aufrechten Stämmen haben uns Lyell, Logan und Richard Brown aus der Steinkohlenformation von Neuschottland und Cape-Breton kennen gelehrt. In Neuschottland sind an den steilen Küsten der Fundybay die herrlichsten Profile entblöst, in welchen die Schichten der Kohlenformation mit allem ihrem Inhalte vortrefflich aufgeschlossen vorliegen. An den hohen Wänden des Chignecto-Channels, eines Armes der Fundybay, wo die Schichten 24° in SSW. fallen, sah Lyell innerhalb eines etwa 2500 F. mächtigen Schichtensystems 19 Kohlenflötze von 2 Zoll bis 4 Fuss Stärke in verschiedenen Entfernungen über einander liegen, und in 10 verschiedenen Niveaus aufrechte Stämme, die meist Sigillarien angehörten; Logan, welcher später dasselbe Profil noch genauer untersuchte, entdeckte innerhalb einer Schichten-Mächtigkeit von 4500 Fuss dergleichen Stämme in 17 verschiedenen Niveaus. Sie sind meist 6 bis 8 Fuss lang, doch erreichte einer die Höhe von 25 Fuss, bei 4 Fuss Durchmesser; die meisten aber endigten nach unten in einem Kohlenflötze, nur wenige in Schieferthonschichten. Diese Stämme scheinen also wirklich auf einem von Pflanzenmassen gebildeten Grunde gewachsen zu sein, etwa so wie Schilfrohr in einem Torfmoore.

Richard Brown hat ein sehr genaues Profil der Kohlenformation von Sydney auf Cape-Breton mitgetheilt, aus welchem sich ergiebt, dass in der

dortigen, 1860 Fuss mächtigen kohlenführenden Etage 31 Kohlenflötze von 37 Fuss summarischer Mächtigkeit enthalten sind, unter denen sich nur vier bauwürdige befinden. Von diesen Flötzen sind 30 mit stigmariareichem Sohlschieferthon versehen, und überdiess kommen noch 11 mit Stigmarien erfüllte Schichten vor, so dass sich also successiv 41 verschiedene Vegetationen von Stigmaria entwickelt haben müssen. Ausserdem fanden sich aber noch in 18 verschiedenen Niveaus aufrecht stehende Stämme von Sigillarien, Lepidodendren und Calamiten unter mancherlei sehr interessanten Verhältnissen. Wir entlehnen aus der Abhandlung Brown's folgenden Holzschnitt, welcher dergleichen aufrechte Stämme darstellt, wie sie in dem an ihnen besonders reichen Theile des ganzen Schichtensystems zu beobachten sind.



Man sieht dort in den ziemlich stark geneigten Schichten, von unten nach oben zu fortgehend, erst drei grosse Stämme von ungefähr 30 Zoll Durchmesser und 4 Fuss Höhe, welche in der Schieferthonschicht *b* eingeschlossen, aber zu hoch gelegen sind, um genauer untersucht werden zu können; sie gehen nach unten zu Ende, noch ehe sie das Kohlenflötz *a* erreicht haben. Ueber ihnen folgt eine Schieferthonschicht mit Pflanzenabdrücken, eine sandige Schieferthonschicht, eine 8 Fuss mächtige Sandsteinschicht *c*, und dann Schieferthon mit Stigmarien und einer kohligen Lage, bis endlich mit einer 3 Zoll starken Schicht kohligen Schieferthones *d* ein zweites System von aufrechten Stämmen erreicht wird, unter denen sich besonders ein kurzer, 18 Zoll starker Sigillarienstumpf dadurch auszeichnet, dass seine Wurzeln durch die Schicht *d* schräg hindurchsetzen. Die über dieser Schicht liegende, 4 Fuss starke Schieferthonschicht *e* enthält mehre kleine Sigillarienstämme, deren als Stigmarien erscheinende Wurzeln in verschiedenen Niveaus liegen; sie reichen durch eine schmale Lettenlage bis in die nächstfolgende, 5 Fuss mächtige Schieferthonschicht *f*, welche abermals zwei Sigillarienstumpfe in aufrechter Stellung umschliesst. Nun folgt eine 9 F. mächtige Schieferthonschicht mit Stigmarien, und endlich das 6 Fuss starke Hauptkohlenflötz *g*, in dessen Dachschieferthon besonders viele aufrechte Stämme vorkommen, welche mit ihren Wurzelenden unmittelbar auf dem Kohlenflötze stehen, und theils Sigillarien, theils Lepidodendra sind. — Es ist in diesen und in allen ähnlichen Fällen wohl kaum zu bezweifeln, dass sich die aufrechten Stämme noch an ihrem ursprünglichen Standorte befinden, dass sie in dem zugeschwemmten Thone und Sande bis zu einer gewissen Tiefe begraben und dann ihrer oberen Theile durch Abbruch beraubt worden sind, welche abgebrochenen Stammtheile wahrscheinlich fortgeschwemmt wurden.

Weit seltener als die aufrechten Stämme kommen solche vor, welche die Schichten in einer schrägen Richtung durchsetzen, und also in einer sehr geneigten Lage abgesetzt worden sein müssen. Ein ausgezeichnetes Beispiel der Art ist aus dem Steinbruche von Craigleith bei Edinburgh bekannt, wo ein über 60 F. langer Baumstamm, dessen Holzkörper grösstentheils durch Kalk petrificirt war, während die Rinde aus der reinsten Steinkohle bestand, innerhalb der weissen horizontalen Schichten des Kohlensandsteins in einer, unter 30 bis 40° geneigten Lage angetroffen wurde. Hugh Miller erwähnt vier andere solche Stämme, welche in Sandsteinbrüchen bei Edinburgh vorgekommen sind, die Schichten unter 30° durchschnitten, bis 60 und 70 Fuss lang und 4 bis 6 Fuss dick waren.

Lyell macht bei der Beschreibung dieses merkwürdigen Vorkommens auf die sogenannten *snags* im Mississippi aufmerksam. Es ist bekannt, dass dieser Strom alljährlich viele Tausende von Baumstämmen fortschwemmt, von welchen manche, die sehr grosse Wurzelstöcke haben, sich mit diesem schweren Ende zu Boden senken und im Schlammgrunde festsetzen, worauf sie von der Strömung in einer stromabwärts schräg aufsteigenden Lage erhalten werden, in welcher sie den stromaufwärts gehenden Schiffen sehr gefährlich werden können. Jene fossilen geneigten Stämme mögen wohl auf ähnliche Weise in ihre Lage versetzt, und in solcher von Schlamm und Sand eingeschlossen worden sein, weshalb sie als vorweltliche *snags* zu erklären sein dürften.

§. 360. *Grosse Armuth, allgemeine Aehnlichkeit und wichtigste Species der carbonischen Flora.*

Man kennt gegenwärtig aus der Steinkohlenformation nach Brongniart etwa 500, nach Unger an 700, nach Bronn und Göppert weit über 800 Pflanzenspecies, oder wenigstens als Species aufgeführte vegetabilische Formen*). Diese Zahl erscheint allerdings klein, wenn sie auch nur mit der Menge der gegenwärtig in Europa wachsenden Pflanzenspecies verglichen wird. Sie ist aber wahrscheinlich noch kleiner, weil gar manche, als besondere Species aufgeführte Dinge nur abgetrennte und isolirte Theile anderer Species, oder auch verschiedentlich erscheinende Fragmente einer und derselben Species sind. Wenn uns daher auch in Zukunft noch viele neue Formen bekannt werden soll-

*) Chronologische Uebersicht der Vegetationsperioden von Ad. Brongniart, übersetzt von K. Müller, 1850. *Genera et species plantarum fossilium* von Unger 1850. Bronn, einige Betrachtungen zur paläontologischen Statik, im Neuen Jahrb. für Min. 1849, S. 138.

ten, so können wir es doch mit Brongniart schon jetzt als ausgemacht ansehen, dass die Flora der carbonischen Periode, im Vergleiche mit dem Reichthume und der Manchfaltigkeit der Flora der Jetztwelt, eine grosse Armuth und Einförmigkeit entfaltet. Diese Armuth erklärt sich zum Theil aus der fast*) gänzlichen Abwesenheit der eigentlichen oder angiospermen Dikotylen, und aus dem grossen Mangel an Monokotylen, welche beide Abtheilungen des Pflanzenreiches wenigstens $^4/_5$ aller jetzt lebenden Arten bilden.

Die in der Steinkohlenformation wirklich vorhandenen Familien und Geschlechter sind jedoch reich an Species; das Kohlengebirge Europa's umschliesst z. B. wenigstens fünfmal so viele Farnspecies, als dieser Erdtheil gegenwärtig aufzuweisen hat. Dieses Vorwalten der Farnkräuter lässt auf ein Insel- und Küstenklima schliessen, wie ja schon die ganze Ausbildungsweise der paralischen Kohlenformation die Vermuthung rechtfertigt, dass es flacher Meeresgrund gewesen ist, auf welchem ihre Entwickelung begonnen hat. Auch muss die damalige Vegetation eine äusserst üppige und kräftige gewesen sein; denn die meisten Familien haben sich in ganz erstaunlicher Fülle und Reichhaltigkeit entwickelt, und viele derselben treten in so gigantischen Formen auf, wie sie gegenwärtig nicht einmal in dem Glutklima der Tropenländer ihre Analoga vorfinden; so z. B. die baumartigen Calamiten, Lepidodendra und Sigillarien, deren Vertreter die jetzigen Equiseten, Lycopodien und Euphorbiaceen (?) sind. Diese Ueppigkeit und Grossartigkeit der Vegetation berechtigt zu der Folgerung, dass während der carbonischen Periode auf der ganzen Erde noch ein sehr heisses Klima gewaltet haben müsse.

Gewiss giebt es noch unbekannte Pflanzen in der Steinkohlenformation, sagte Hooker, aber sehr zahlreich möchten sie bei dem so einförmigen Charakter der ganzen Flora doch nicht sein, und es fragt sich, ob die Zahl der endlich zu entdeckenden Arten derjenigen aller der sogenannten Species gleichkommt, die man auf unvollkommene Theile schon anderweit beschriebener Species gegründet hat. Ueppig war diese Kohlenvegetation jedenfalls; diess beweisst die angehäufte Masse der Kohle selbst, das Vorwalten der Farne in allen Revieren, und die ansehnliche Grösse so vieler Gewächse. Desungeachtet kann sie sehr einförmig gewesen sein, wie sie es in manchen aus-

*) Nach Corda sollen viele Karpolithen der Steinkohlenformation nur auf dikotyle Pflanzen bezogen werden können, wofür er auch (wie schon früher Artis und Martius) die Sigillarien und andere Formen erklärt, und daraus schliesst, dass die Vegetation der carbonischen Periode schon Repräsentanten aller Pflanzenclassen der Jetztwelt aufzuweisen hat.

gedehnten tropischen Wäldern noch jetzt ist. Wo in der jetzigen Flora gemässigter Klimate die Farne vorwalten, da fehlen gewöhnlich andere Familien. Eine üppige Vegetation vieler Farnspecies, durch viele Grade der Breite und Länge, verweist uns auf ein einförmiges Klima und auf eine arme Blüthenflora. So hat z. B. Neuseeland über viermal so viele Farne, als Tasmanien, und zwar so gleichmässig über die ganze Fläche verbreitet, dass meistens diejenigen, welche am südlichen Ende der Insel vorwalten, es auch am nördlichen Ende thun. Die Inseln Westindiens und des grossen Oceans bieten eine an Farnen merkwürdig reiche Flora dar. Als Beweise eines feuchten und gleichartigen Klimas hat man die Farne der Kohlenperiode schon lange mit Recht betrachtet, aber bisher noch nicht als Beweise einer armen Flora, auf welche man insbesondere aus dem Vorherrschen gewisser Pecopteris-Arten schliessen muss, wenn anders die Gesetze der jetzigen Vegetation schon damals Geltung hatten. Neues Jahrbuch für Min. 1849, S. 506.

Die Gleichmässigkeit des Klimas und überhaupt die Gleichartigkeit der äusseren Lebensbedingungen während der carbonischen Periode wird auch ganz besonders durch die allgemeine Uebereinstimmung erwiesen, welche die Flora der Steinkohlenformation fast über die ganze Erde erkennen lässt. Unter allen Himmelsstrichen, in der östlichen wie in der westlichen Hemisphäre, in der gemässigten Zone, wie zwischen den Wendekreisen und jenseits des Polarkreises, überall begegnen wir denselben oder doch sehr ähnlichen Formen, und es ist wirklich als eine staunenswerthe Thatsache zu bezeichnen, dass uns die Pflanzenregister aus Europa und aus Nordamerika nicht nur dieselben Familien und Geschlechter, sondern auch gar häufig dieselben Species vorführen. Wenn auch verschiedene Territorien der Steinkohlenformation mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten ihrer Flora erkennen lassen; wenn auch manche Bassins eine auffallende Armuth, andere dagegen einen grossen Reichthum an wohl erhaltenen Pflanzenresten verrathen; wenn auch hier gewisse Species, Geschlechter und sogar Familien gänzlich vermisst werden, welche dort sehr reichlich und in unzähligen Individuen niedergelegt sind; so ist es doch überall ein und derselbe allgemeine Typus, welcher sich in den wirklich vorhandenen Formen zu erkennen giebt.

Es muss also während der Periode der Steinkohlenformation neben der Sonne eine ganz andere Ursache einen so überwiegenden Einfluss auf die Temperirung des Klimas ausgeübt haben, dass dadurch die Verschiedenheiten der solaren Einwirkung fast gänzlich ausgeglichen wurden. Diese andere Ursache kann aber wohl nur die innere Erdwärme gewesen sein.

Von 48 Pflanzenformen, welche Lyell aus der Nordamerikanischen Steinkohlenformation mitbrachte, konnten die meisten mit Europäischen Species

identificirt werden; dazu gesellen sich noch einige andere Species, auf deren Identität schon früher von Göppert aufmerksam gemacht worden ist. Neues Jahrb. für Min. 1839, S. 737. Auf der, zwischen dem Nordcap und Spitzbergen, unter 74° 30′ nördlicher Breite liegenden Bäreninsel fand Keilhau nicht nur 4 Kohlenflötze, sondern auch Calamiten, Sigillarien, Lepidodendra und Farnkräuter. Ja sogar auf Spitzbergen werden nach Eugène Robert die Anthracitflötze von Calamiten, Sigillarien und gigantischen Lepidodendren begleitet, während dort die Farnkräuter fehlen sollen. Die Pflanzenreste von der Melville-Insel, unter 75° nördl. Breite, stimmen nach König im Allgemeinen mit denen der Englischen Kohlenreviere überein. In der Steinkohlenformation Australiens sind von Clarke und Jukes Stigmarien, colossale Sigillarien, Lepidodendra, Calamiten, Lycopoditen, dazu Species von *Pecopteris*, *Neuropteris* und *Cyclopteris*, also dieselben Pflanzengeschlechter nachgewiesen worden, wie man sie in Europa und Nordamerika kennt; während sich jener Erdtheil gegenwärtig durch seine Flora in so auffallender Weise von allen übrigen Erdtheilen unterscheidet.

In den Polargegenden würde freilich, auch bei vorausgesetzter tropischer Wärme, die lange Winternacht das Gedeihen einer so üppigen Pflanzenwelt erschwert haben, wie sie zur Bildung von Steinkohlenflötzen erforderlich gewesen zu sein scheint. Dagegen vermuthet E. Robert, dass wenigstens die Fucusvegetation von dieser langen Finsterniss nicht viel zu leiden hatte, und dass daher die Tange bedeutendes Material zu den Kohlenflötzen Spitzbergens geliefert haben dürften; die colossalen Calamiten, Sigillarien, und andere grosse einjährige Pflanzen schossen alljährlich im Sommer in die Höhe, und starben im Winter ab; ihre Reste vereinigten sich mit denen einer üppigen Fucusvegetation, und so entstand das Material der dortigen Anthracitflötze. Noch jetzt wuchert an den Küsten Spitzbergens eine so üppige Fucusvegetation, dass sich die Boote oft kaum hindurcharbeiten können; dasselbe mag damals in weit stärkerem Maasse der Fall gewesen sein. *Bull. de la soc. géol. t.* 13, *p.* 24. Auch hat Boué einmal den Gedanken ausgesprochen, dass wohl die Nordlichter zu jener Zeit so häufig, so stark und ausdauernd gewesen sein mögen, um auch während des Winters das nöthige Licht für die Pflanzenwelt zu liefern. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *VII*, *p.* 262.

Wenn auch die lange Nacht der Polarländer einige Schwierigkeiten verursacht, so scheinen dennoch die grosse Ueppigkeit und die allgemeine Aehnlichkeit der carbonischen Flora ihre einfachste Erklärung in der Annahme zu finden, dass die innere Wärme des Planeten damals noch weit intensiver bis an seine Oberfläche heraufgewirkt, und eine Hauptrolle in den klimatischen Verhältnissen gespielt habe.

Diejenigen Hypothesen, welche eine Veränderung in der Lage der Erdaxe, und also eine Verschiedenheit in der Lage des ehemaligen Aequators*), welche eine Entbindung von Wärmestoff aus den sich allmälig

*) Eine Hypothese, auf welche wohl auch die von Gilpin angenommene, sogenannte organische Zone hinausläuft, welche ehemals aus dem nordöstlichen

niederschlagenden Gebirgsschichten, oder welche eine ehemalige weit grössere Intensität der Sonnenstrahlen als Ursache der gleichförmigen Vegetation der Steinkohlenperiode voraussetzen, dürften wohl gegenwärtig nur noch wenige Anhänger finden. Ganz unzulässig ist aber die von Jüssieu, Pallas u. A. aufgestellte Ansicht, dass die in den Steinkohlenterritorien der gemässigten und kalten Zonen vorkommenden Pflanzen aus der tropischen Zone, als ihrer eigentlichen Heimath, nach jenen Gegenden durch Fluthen hingeschwemmt worden seien.

Wir beschliessen diese Betrachtungen der carbonischen Flora mit einer Aufzählung der wichtigsten, d. h. der am häufigsten vorkommenden und am weitesten verbreiteten Pflanzenformen, wobei wir die von Unger, in seinem Werke *Genera et species plantarum fossilium* befolgte Ordnung zu Grunde legen*).

1. Fucoiden.

Das Vorkommen derselben ist in Neuschottland und auf Cape-Breton, in den Alleghanies, und in Russland nachgewiesen.

2. Calamariae.

a. Calamiteae.

Calamites decoratus Brong., Brongniart, t. 14, fig. 1—5.
. *Suckowii Brong.*, Brongniart, t. 15, fig. 1—6.
. *undulatus Sternb.*, Brongniart, t. 17, fig. 1—4.
. *ramosus Artis*, Brongniart, t. 17, fig. 5 und 6.
. *cruciatus Sternb.*, Sternberg I, t. 49, fig. 5.
. *Cistii Brong.*, Brongniart, t. 20.
. *dubius Artis*, Brongniart, t. 18, fig. 1 und 3.
. *cannaeformis Brong.*, Brongniart, t. 21, fig. 4.
. *pachyderma Brong.*, Brongniart, t. 22.
. *varians Sternb.*, Sternberg II, t. 12.
. *nodosus Schloth.*, Brongniart, t. 23, fig. 2—4.
. *approximatus Brong.*, Brongniart, t. 26 und t. 15, fig. 7 u. 8.
. *Steinhaueri Brong.*, Brongniart, t. 18, fig. 4.

Europa in südwestlicher Richtung die Erde umkreist haben soll. Institut, 1844, Nr. 571, p. 410.

*) Da wir keine Abbildungen geben konnten, so ist wenigstens auf solche verwiesen worden. Dabei bedeutet: Brongniart, dessen *Histoire des végétaux fossiles;* Sternberg, dessen Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt; Schlotheim, dessen Flora der Vorwelt; Germar, dessen Petrefacta stratorum lithanthracum Wettini; Lindley, dessen *Fossil flora of Great-Britain;* Gutbier, dessen Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Steinkohlengebirges; Göppert, dessen *Systema filicum fossilium.*

Calamites remotus Schloth.*)

b. Equisetaceae.

Equisetites infundibiliformis Sternb., Brongniart, t. 12, fig. 14—16.

c. Asterophyllitae.

Volkmannia arborescens Sternb., Sternberg II, t. 14, fig. 1.
Asterophyllites equisetiformis Brong., Schlotheim, t. 1, fig. 1 und t. 2, fig. 3.
. *rigida* Brong., Sternberg I, t. 19, fig. 1.
. *dubia* Brong., Sternberg I, t. 49, fig. 1.
. *longifolia* Brong., Sternberg I, t. 58, fig. 1.
. *tenuifolia* Brong., Sternberg I, t. 19, fig. 2.
. *tuberculata* Brong., Sternberg I, t. 45, fig. 2.
. *gigantea* Göpp., Lindley II, t. 114.
. *Lindleyianus* Göpp. = *Hippurites longifolia* Lindl.
Annularia fertilis Sternb., Sternberg I, t. 51, fig. 2.
. *longifolia* Brong., Schlotheim, t. I, fig. 4.
Sphenophyllum Schlotheimii Brong., Schlotheim, t. 2, fig. 24.
. *emarginatum* Brong., Brongniart Classification des végétaux fossiles, t. 2, fig. 8.
. *fimbriatum* Brong., Sternberg I, t. 50, fig. 4.
. *longifolium* Ung., Germar, t. 7, fig. 2.
. *oblongifolium* Ung., Germar, t. 7, fig. 3.

3. Filices.

a. Neuropterideae.

Neuropteris smilacifolia Sternb., Brongniart, t. 63, fig. 4.
. *cordata* Brong., Brongniart, t. 64, fig. 5.
. *angustifolia* Brong., Brongniart, t. 64, fig. 8.
. *acutifolia* Brong., Brongniart, t. 64, fig. 6 und 7.
. *flexuosa* Sternb., Brongniart, t. 65, fig. 2 und 3.
. *gigantea* Sternb., Brongniart, t. 69.
. *Loshii* Brong., Brongniart, t. 73.
. *tenuifolia* Sternb., Brongniart, t. 72, fig. 3.
. *heterophylla* Sternb., Brongniart, t. 71.
Odontopteris Brardii Brong., Brongniart, t. 75 und 76.
. *minor* Brong., Brongniart, t. 77.
. *Schlotheimii* Brong., Brongniart, t. 78, fig. 5.
. *Lindleyana* Sternb., Lindley I, t. 40.
. *Reichiana* Gutb., Gutbier, t. 9, fig. 1—3, t. 10, fig. 13.

*) Diese Calamiten-Species, deren noch weit mehre aufgeführt werden, dürften nach den schönen Untersuchungen von Constantin v. Ettingshausen eine bedeutende Reduction erfahren. Vergl. dessen Beiträge zur Flora der Vorwelt a. a. O. S. 73, wo unter dem Namen *Calamites communis* eine Menge Species zusammengefasst werden.

Cyclopteris orbicularis Brong., Brongniart, t. 61, fig. 1 und 2.
. *trichomanoides* Brong., Brongniart, t. 61, fig. 4.
. *obliqua* Brong., Brongniart, t. 61, fig. 3.
. *auriculata* Sternb., Brongniart, t. 66.
. *Villiersii* Sternb., Brongniart, t. 64, fig. 1.
Noeggerathia foliosa Sternb., Sternberg I, t. 20.
. *flabellata* Lindl., Lindley I, t. 28 und 29.
Schizopteris lactuca Sternb., Germar, t. 18 und 19.
. *flabellata* Sternb., Gutbier, t. 1, fig. 1, 2 und 4.
Dictyopteris Brongniarti Gutb., Gutbier, t. 11, fig. 7, 9 und 10.

b Sphenopterideae.

Sphenopteris acutiloba Sternb., Sternberg, t. 20, fig. 6.
. *elegans* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 1 und 2.
. *tridactylites* Brong., Brongniart, t. 50.
. *distans* Sternb., Brongniart, t. 54, fig. 3.
. *Hoeninghausii* Brong., Brongniart, t. 52.
. *trifoliata* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 3.
. *obtusiloba* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 2.
. *Schlotheimii* Sternb., Brongniart, t. 50.
. *latifolia* Brong., Brongniart, t. 57, fig. 1—6.
. *acuta* Brong., Brongniart, t. 57, fig. 5.
. *macilenta* Lindl., Lindley II, t. 151.
. *bifurcata* Göpp., Sternberg I, t. 59, fig. 2.
Hymenophyllites furcatus Göpp., Brongniart, t. 49, fig. 4.
. *dissectus* Göpp., Brongniart, t. 79, fig. 2 und 3.
. *Gutbierianus* Ung., Gutbier, t. 1, fig. 3, 6, 7, 8, 13.

c. Pecopterideae.

Diplazites longifolius Göpp., Brongniart, t. 83, fig. 2.
Alethopteris lonchitidis Sternb., Brongniart, t. 84, fig. 2—4.
. *Sternbergii* Göpp., Brongniart, t. 84, fig. 5—7.
. *Davreuxii* Göpp., Brongniart, t. 88, und t. 96, fig. 1—4.
. *Mantellii* Göpp., Brongniart, t. 83, fig. 3 und 4.
. *aquilina* Göpp., Brongniart, t. 90.
. *Grandini* Göpp., Brongniart, t. 91, fig. 1—4.
. *urophylla* Göpp., Brongniart, t. 86.
. *Serlii* Göpp., Brongniart, t. 85.
. *Sauveurii* Göpp., Brongniart, t. 95, fig. 5.
. *nervosa* Göpp., Brongniart, t. 94.
. *muricata* Göpp., Brongniart, t. 97.
. *ovata* Göpp., Brongniart, t. 107, fig. 4.
. *Cistii* Göpp., Brongniart, t. 106, fig. 1 und 2.
. *Defrancii* Göpp., Brongniart, t. 111.
Cyatheites Schlotheimii Göpp., Brongniart, t. 101.
. *arborescens* Göpp., Brongniart, t. 103, fig. 1 u. t. 112, fig. 2.
. *lepidorhachis* Göpp., Brongniart, t. 103, fig. 1—5.

Cyatheites oreopterides **Göpp.**, Brongniart, t. 104, fig. 2 und t. 105, fig. 1—3.
. *Miltoni* **Göpp.**, Brongniart, t. 114.
. *dentatus* **Göpp.**, Brongniart, t. 124.
Hemitelites giganteus **Göpp.**, Brongniart, t. 92 und 93, fig. 1—2.
. *Trevirani* **Göpp.**, Göppert, t. 38, fig. 3—4.
Polypodites elegans **Göpp.**, Göppert, t. 15, fig. 10.
Pecopteris Pluckenetii **Sternb.**, Brongniart, t. 107, fig. 1—3.
. *arguta* **Sternb.**, Schlotheim, t. 9, fig. 16.
. *caudata* **Lindl.**, Lindley II, t. 138.
. *silesiaca* **Göpp.**, Göppert, t. 27, und t. 39, fig. 1.
. *abbreviata* **Brong.**, Brongniart, t. 115, fig. 1—4.
. *plumosa* **Brong.**, Brongniart, t. 121 und 122.
. *delicatula* **Brong.**, Brongniart, t. 116.
. *aspera* **Brong.**, Brongniart, t. 120.
. *unita* **Brong.**, Brongniart, t. 116, fig. 1—5.
. *aequalis* **Brong.**, Brongniart, t. 118, fig. 1 und 2.
. *pennaeformis* **Brong.**, Brongniart, t. 118, fig. 3 und 4.

Filices dubiae.

Aphlebia patens **Germ.**, Germar I, t. 3.
. *irregularis* **Germ.**, Germar, t. 24.

d. Protopterideae.

Protopteris Sternbergii **Corda.**, Brongniart, t. 141, fig. 1.
Stemmatopteris peltigera **Corda.**, Brongniart, t. 138.
Ptychopteris macrodiscus **Corda.**, Brongniart, t. 139.

e. Gleicheniaceae.

Asterocarpus Sternbergii **Göpp.**, Göppert, t. 6, fig. 1—4.
. *truncatus* **Ung.**, Germar, t. 17.
Gleichenites artemisiaefolius **Göpp.**, Brongniart, t. 46 und 47.
Partschia Brongniartii **Sternb.**, Brongniart, t. 108, fig. 2.

f. Marattiaceae.

Psaronius Freieslebeni **Corda.**, Gutbier über einen fossilen Farnstamm, 1842.

4. Selagines.

a. Stigmarieae.

Stigmaria ficoides **Sternb.**, Sternberg II, t. 15, fig. 4 u. 5, und I, t. 12, fig. 1—3.
. *anabathra* **Corda.**, Göppert, t. 23, fig. 7.

b. Sigillarieae.

Sigillaria spinulosa **Germ.**, Germar, t. 25.
. *Brardii* **Brong.**, Brongniart, t. 158, fig. 4.

Sigillaria tessellata Brong., Brongniart, t. 157, fig. 1, und t. 162, fig. 1—4.
...... *elegans* Brong., Brongniart, t. 146, 1, t. 155 und t. 158, 1.
...... *alveolaris* Brong., Brongniart, t. 162, fig. 5.
...... *Knorrii* Brong., Brongniart, t. 156, 2 und 3, t. 162, 6.
...... *notata* Brong., Brongniart, t. 153, fig. 1.
...... *mamillaris* Brong., Brongniart, t. 149, 1 und t. 163, 1.
...... *scutellata* Brong., Brongniart, t. 150, 2 und 3, t. 163, 3.
...... *Saulii* Brong., Brongniart, t. 151.
...... *oculata* Brong., Schlotheim, Petrefactenkunde, t. 17, fig. 1.
...... *Cortei* Brong., Brongniart, t. 147, fig. 3 und 4.
...... *reniformis* Brong., Brongniart, t. 142.
...... *laevigata* Brong., Brongniart, t. 143.
Syringodendron pachyderma Brong., Brongniart, t. 166, fig. 1.
.......... *cyclostigma* Brong., Brongniart, t. 166, fig. 2 und 3.
.......... *pes capreoli* Sternb., Sternberg I, t. 13, fig. 2.

b. Diploxyleae.

Diploxylon elegans Corda., Corda, Beiträge zur Flora der Vorwelt, t. 10 und 11.

c. Lepidodendreae.

Lepidodendron aculeatum Sternb., Sternberg I, t. 6, fig. 2, und t. 8, fig. 1 B.
.......... *rugosum* Brong., Sternberg II, t. 68, fig. 4.
.......... *crenatum* Sternb., Sternberg I, t. 8, fig. 2 B.
.......... *obovatum* Sternb., Sternberg I, t. 6, fig. 1 und t. 8, 1 A.
.......... *Rhodeanum* Sternb., Rhode, Beiträge zur Pflanzenkunde, t. 1, fig. 1 A.
.......... *crenatum* Göpp., Göppert, Syst. fil. foss. t. 42, fig. 4—6.
.......... *Volkmannianum* Sternb., Sternberg II, t. 68, 8.
.......... *rimosum* Sternb., Sternberg I, t. 10, fig. 1 und II, t. 68, fig. 15.
.......... *undulatum* Sternb., Sternberg I, t. 10, 2 u. II, t. 68, 13.
.......... *confluens* Sternb., Schlotheim, Nachträge, t. 15, fig. 2.
.......... *imbricatum* Sternb., Schlotheim, Nachträge, t. 15, fig. 6.
Ulodendron majus Lindl., Sternberg II, t. 45, fig. 3.
....... *minus* Lindl., Sternberg II, t. 45, fig. 5.
Knorria imbricata Sternb., Göppert, Syst. fil. foss., t. 43, fig. 5.
..... *Sellonii* Sternb., Sternberg I, t. 57.
Lepidophyllum trinerve Brong., Lindley II, t. 152.
Lepidostrobus ornatus Brong., Lindley III, t. 163, und I, t. 26.
Cardiocarpum acutum Brong., Sternberg I, t. 7, fig. 8.

d. Lycopodiaceae.

Lycopodites piniformis Brong. = *Walchia pinif.* Schlotheim, Nachträge, t. 23, fig. 1 und 2.

Lycopodites filiciformis Brong. = *Walchia filic.* Schlotheim, t. 24.
. *Bronnii* Sternb., Sternberg II, t. 26.
Lomatophloyos crassicaule Corda, Sternberg II, t. 66, fig. 10—14.
Cordaites borassifolia Ung., Sternberg I, t. 18.
Lepidophloyos laricinum Sternb.; Sternberg I, t. 11, fig. 2—4.

5. Zamieae.

a. Cycadiaceae.

Trigonocarpum Nöggerathii Brong., Lindley, t. 193, B, 1—4, t. 222, 2 und 4.
. *Dawesii* Lindl., Lindley III, t. 221.
Rhabdocarpus Bockschianus Göpp., Berger, de fructibus ex formatione lithanthr. t. 1, fig. 15, 16, 18.

6. Glumaceae.

Cyperites bicarinatus Lindl., Lindley I, t. 43, 1—2.

7. Palmae.

Flabellaria principalis Germ., Germar, t. 24.
Palaeospathe Sternbergii Ung., Sternberg I, t. 41.
Fasciculites carbonigenus Ung., Corda, Beiträge, t. 19, fig. 1*a* u. 2, und t. 20, fig. 1—8.

8. Coniferae.

Pinites anthracinus Endl., Lindley, t. 164.
Pissadendron antiquum Ung., Whitam, the internal structure of fossil vegetables.
Dadoxylon Brandlingi Endl., Germar, t. 21, 22.
. *Whitami* Endl., Lindley, t. 2, und Whitam a. a. O.
Araucarites Cordai Ung., Corda, Verhandl. d. Ges. des vaterl. Mus. 1842, t. 1, fig. 1—3.
. *carbonarius* Göpp.

9. Plantae incertae sedis.

Hierher gehören fast alle Karpolithen, die *Pinnularia capillacea Lindl.* und einige andere Formen.

§. 361. *Allgemeine Betrachtung der thierischen Ueberreste.*

Die thierischen Ueberreste der Steinkohlenformation stammen zwar grösstentheils von marinen Organismen, und sind als solche besonders auf den Kohlenkalkstein und dessen Zwischenschichten beschränkt; desungeachtet aber kommen in vielen limnischen, so wie höher aufwärts in manchen paralischen Kohlenterritorien auch solche Fossilien vor, welche

nur auf Süsswasserthiere oder auf Landthiere bezogen werden können. Ueberhaupt aber lassen sich bei einem allgemeinen Ueberblicke etwa folgende Momente hervorheben.

1) Infusorien oder Diatomeen. Ehrenberg hat in den kieseligen Gesteinen der Russischen Kohlenformation von den Ufern der Wolga und des Twer sehr viele Ueberreste von Diatomeen nachgewiesen.

2) Foraminiferen. Aus dieser interessanten Classe des Thierreiches ist besonders *Fusulina cylindrica* zu erwähnen, welche im Kohlenkalksteine Russlands und Nordamerikas bekannt, und oft in ganz ausserordentlicher Menge angehäuft ist.

3) Polypen und Bryozoen. Die Reteporen gewinnen erst in der carbonischen Periode eine grössere Entwickelung; dasselbe gilt von dem Geschlechte *Lithodendron*, wogegen von den Cyathophyllen schon weniger Species vorhanden sind, als in der devonischen Formation. Das Geschlecht *Caninia* gehört besonders dieser Periode an, für welche auch *Lithostrotion floriforme* und *L. striatum* ein paar sehr charakteristische Species sind.

4) Echinodermen. Während von Echiniden fast nur einige Cidariten bekannt sind, so spielen die Krinoiden eine äusserst wichtige Rolle; namentlich ist es das Genus *Pentatrematites*, dessen meiste Species (nach F. Römer zumal *P. florealis* und *piriformis*) in Nordamerika den Kohlenkalkstein charakterisiren; dasselbe gilt noch allgemeiner von dem Geschlechte *Poteriocrinus* und von den meisten Species der Geschlechter *Platycrinus*, *Cyathocrinus* und *Actinocrinus*, wie denn überhaupt die paläozoischen Krinoiden in der Steinkohlenformation das Maximum ihrer Entwickelung erlangt haben, daher auch die Krinoidenkalksteine zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören.

5) Mollusken. Aus dieser zahlreichen Classe sind zuvörderst von den Brachiopoden die beiden Geschlechter *Productus* und *Spirifer* hervorzuheben, welche hier reichhaltiger entwickelt sind, als in irgend einer anderen Formation.

Das Genus *Productus* tritt innerhalb des Kohlenkalksteins in einer solchen Menge der Species und Individuen auf, dass es als eine seiner vorzüglich charakteristischen Erscheinungen bezeichnet werden muss; von 62 Species, welche de-Koninck in seiner Monographie aufführt, gehören nicht weniger als 47 der Steinkohlenformation an, zu deren Erkennung sie daher nicht nur in vielen Gegenden Europas und Nordamerikas, sondern auch am Ural und Altai, auf der Bäreninsel und in Spitzbergen, in Bolivia und in Neuholland geführt haben. Das Genus *Spirifer* erlangt gleichfalls das Maximum seiner Entwickelung in der Kohlenformation, welche allein eben so viele Species aufzuweisen hat, als die silurische und die devonische Formation zusammen.

Fast eben so verhält es sich mit dem Geschlechte *Chonetes*. *Leptaena depressa* existirte noch in der carbonischen Periode, während welcher auch noch eine ziemliche Menge Species von *Terebratula* lebte, wogegen *Orthis* bedeutend zurücktrat.

Unter den monomyaren Acephalen sind *Posidonomya Becheri* und *P. vetusta* in manchen Gegenden, wie z. B. in Devonshire und in den Rheinlanden von Wichtigkeit; *Avicula* und *Pecten* werden häufiger als in den vorausgehenden Formationen, wogegen *Pterinea* im Abnehmen begriffen ist. Die dimyaren Acephalen lassen besonders mehre Species von *Sanguinolaria*, *Conocardium*, *Nucula* und *Arca* hervortreten, während ausserdem noch gewisse Species von *Unio* oder *Cardinia* deshalb eine ganz vorzügliche Wichtigkeit erlangen, weil deren Ueberreste in den Schieferthonen der paralischen wie der limnischen Kohlenterritorien oftmals in sehr grosser Menge angehäuft sind.

Diese Eigenthümlichkeit der im Schieferthone enthaltenen Formen hebt auch de-Koninck in seinem bekannten Werke über die Fossilien der Belgischen Kohlenformation hervor. Die daselbst im Schieferthone vorkommenden 25 Species erweisen sich alle verschieden von denen des Kohlenkalksteins, weshalb die kalkigen und die thonigen Schichten zu unterscheiden sind.

Aus der Abtheilung der Gasteropoden ragen *Euomphalus*, *Pleurotomaria* und *Chemnitzia* als vorzüglich wichtige Geschlechter hervor; von Pteropoden erscheinen nur noch ein paar Conularien, wogegen die Heteropoden durch eine grosse Anzahl von Species aus dem Geschlechte *Bellerophon* vertreten werden, welches im Kohlenkalksteine, zugleich mit seiner grössten Entwickelung, auch sein Ende erreicht hat.

Die Abtheilung der Cephalopoden endlich wird besonders wichtig durch die grosse Anzahl der Species von *Nautilus*, durch noch sehr viele Orthoceren, und Goniatiten, für welche letztere der getheilte Dorsal-Lobus sehr unterscheidend von den devonischen Goniatiten ist.

6) Crustaceen. Die in den Uebergangsformationen so zahlreichen Trilobiten sind in der Steinkohlenformation auf wenige Formen reducirt, welche grösstentheils dem Genus *Phillipsia* angehören; auch kommen einige Cypridinen und Cytherinen, so wie bei Lebach und im Murgthale Amphipoden vor.

7) Insecten. Im Schieferthone des Kohlengebirges von Wettin hat Germar die Flügel mehrer, mit *Blatta* verwandter und daher unter dem Namen *Blattina* eingeführter Formen nachgewiesen. Früher schon kannte man ein paar scorpionähnliche Thiere von Radnitz in Böhmen, und einige Käfer von Coalbrookdale in England.

8) Fische kommen in den Schichten der Steinkohlenformation nicht so gar selten vor. Agassiz hat bereits 152 Species, zumal aus den Geschlechtern *Megalichthys*, *Amblypterus*, *Acanthodes*, *Ctenodus* und *Palaeoniscus* nachgewiesen. Das Pfälzisch-Saarbrücker, das Englische Kohlengebirge und das Kohlenbassin von Autun in Frankreich sind vorzüglich reich an Fischresten; vollständige Exemplare kommen besonders im Brandschiefer und in den Sphärosideritnieren vor; Zähne, Schuppen und Koprolithen finden sich zerstreut in verschiedenen Gesteinen.

Sowohl die paralischen als die limnischen Territorien der Steinkohlenformation enthalten Fischreste; sie lassen sich aber nach ihnen nicht unterscheiden, da uns wohl keine durchgreifenden Merkmale zur Unterscheidung der marinen und der Süsswasser-Fische zu Gebote stehen, und da bekanntlich marine Fische oft sehr weit in den Flüssen landeinwärts vordringen.

9) Reptilien. Hibbert erwähnte schon 1834, in seinen Mittheilungen über die merkwürdigen Schichten von Burdiehouse, Zähne und Knochen von Reptilien, welche jedoch später grösstentheils für Ueberreste von sauroiden Fischen erkannt worden sind. Im Jahre 1839 machte Phillips auf das Vorkommen von Reptilienknochen im Kohlenkalksteine von Ardwick bei Manchester aufmerksam, und 1844 fand Gergens im Brandschiefer von Münsterappel Ueberreste eines salamanderähnlichen Thieres, welches v. Meyer *Apateon pedestris* nannte. Noch interessanter sind die Ueberreste von Sauriern, welche v. Dechen bei Lebach im Saarbrücker Kohlengebirge entdeckte, und Goldfuss unter dem Namen *Archegosaurus Decheni* und *A. minor* einführte.

Endlich sind noch die Ichniten oder Thierfährten zu erwähnen, welche man hier und da auf der Oberfläche von Sandsteinschichten in der Steinkohlenformation gefunden hat.

Dahin gehören gewissermaassen auch die Ichthyopatolithen, oder die Flossenspuren von Fischen, welche Buckland schon früher aus dem Kohlensandsteine von Mostyn in Flintshire beschrieb; sie sind krummlinig, und erinnern an die Eindrücke, welche der gewöhnliche Seehahn in Sand und Schlamm zu bilden pflegt. Weit merkwürdiger sind jedoch diejenigen Fährten, welche King in der Steinkohlenformation Pennsylvaniens, bei Greensburg in Westmoreland-County entdeckte, da sie ihrer Form nach nur auf ziemlich grosse Reptilien zu beziehen sind. Sie erscheinen an der Unterfläche von Sandsteinschichten im Relief, indem die Fusstapfen ursprünglich in einem, unter dem Sandsteine liegenden Thone eingedrückt worden waren, und werden von Leisten durchsetzt (I, 511), welche sich in den Spalten desselben Thones gebildet hatten, als der Sand darüber geschwemmt wurde. Sie haben einige Aehnlichkeit mit den bekannten Cheirotherium-Fährten von Hessberg (I, 509), sind z. Th. mit deutlichen Krallen-Eindrücken versehen, und kommen in grosser Anzahl dergestalt reihenförmig geordnet vor, dass man die Schrittlängen und

die rechten und die linken Tritte sehr deutlich erkennen kann*). Später (1849) sind von Lea in noch tieferen Schichten der dortigen Steinkohlenformation bei Pottsville ähnliche Fährten entdeckt worden. Dawson aber fand in Neuschottland bei Tatmagouche, in der obersten Abtheilung der dortigen Kohlenformation, auf rothem Sandstein Fährten von Vögeln und Würmern, zugleich mit Wellenfurchen. *Quart. Journ. of the geol. soc. I, p.* 326.

Um einigermaassen die Anzahl der in der Steinkohlenformation vorkommenden thierischen Ueberreste veranschlagen zu können, dazu mag folgende von Bronn, in seiner paläontologischen Statik vom Jahre 1849 gegebene Uebersicht der im Kohlenkalksteine und in den darüber liegenden kohlenführenden Schichten bekannten Thierspecies dienen, nach welcher sich die Gesammtzahl derselben auf mehr als 1400 herausstellt.

Man kennt von	im Kohlenkalk	im kohlenf. System
Foraminiferen . .	9 Species	— Species
Bryozoen	64 „	— „
Anthozoen	83 „	— „
Stelleriden	106 „	1 „
Brachiopoden . . .	199 „	4 „
Pelecypoden . . .	186 „	70 „
Pteropoden	1 „	1 „
Heteropoden . . .	35 „	7 „
Protopoden	3 „	1 „
Gasteropoden . . .	248 „	16 „
Cephalopoden . .	137 „	44 „
Anneliden	10 „	— „
Crustaceen	30 „	9 „
Arachniden	— „	2 „
Hexapoden	3 „	6 „
Fischen	65 „	78 „
Reptilien	— „	2 „
in Summa	1180 Species	241 Species

Was das Vorkommen dieser thierischen Ueberreste betrifft, so sind allerdings die meisten derselben, wie bereits erwähnt wurde und vorstehende Tabelle zeigt, an den Kohlenkalkstein gewiesen; doch kommen auch zuweilen im Sandsteine und Schieferthone Krinoiden, Conchylien u. a. marine Fossilien, theils verkalkt, theils in Abdrücken und Steinkernen vor. Der Sphärosiderit beherbergt in seinen Nieren besonders

*) Andere, z. Th. ganz abenteuerlich gestaltete fusstapfenähnliche Vertiefungen des dortigen Felsgrundes sind für Kunstproducte der Eingeborenen erkannt worden.

Fische oder Goniatiten, ist aber auch zuweilen mit Unionen oder Cardinien erfüllt, welche ausserdem gewöhnlich im Schieferthone auftreten; die Brandschiefer pflegen zumal reich an Fischresten zu sein; innerhalb der Steinkohle selbst aber kommen thierische Ueberreste nur als Seltenheiten vor.

Im Döhlener Bassin unweit Dresden haben sich Fischzähne und schöne, noch perlmutterglänzende Unionen mitten in der Steinkohle gefunden. Auch bei Newcastle, wo unmittelbar über einem Kohlenflötze eine 18 Zoll starke Schicht von Unionen liegt, stecken die tiefsten derselben oft in der Kohle selbst. Hibbert fand grosse Fischzähne in der Steinkohle von Burdiehouse, und Horner eben dergleichen in der Kannelkohle von Halbeath in Fifeshire.

Dieselbe grosse Uebereinstimmung, welche die Flora der Steinkohlenformation in allen Gegenden ihres Vorkommens zeigt, wiederholt sich auf eine höchst merkwürdige Weise für die Fauna derselben, wobei freilich zunächst nur von ihren paralischen Territorien die Rede sein kann, da die limnischen Territorien überhaupt wenige thierische Ueberreste umschliessen. In ganz Europa bis zum Ural eben so wie in Nordamerika, auf Spitzbergen eben so wie in Südamerika und Australien, überall hat die Fauna der carbonischen Periode eine solche allgemeine Aehnlichkeit, und theilweise eine so unzweifelhafte Identität der Formen erkennen lassen, dass man in den thierischen Ueberresten der Steinkohlenformation einen eben so sicheren Leitfaden zu ihrer Auffindung und Erkennung besitzt, als in den pflanzlichen Ueberresten.

Verneuil hat gezeigt, dass der Kohlenkalkstein Europas und jener Nordamerikas mindestens 31 Species gemeinschaftlich haben, während die übrigen Species eine überraschende Analogie zeigen; sogar die kleine *Fusulina cylindrica* findet sich am Ohio, gerade so wie an der Wolga. Alle jene 31 Species, mit Ausnahme von *Orthis crenistria* und *Leptaena depressa*, gehören der Kohlenformation ausschliesslich an, und mehre derselben sind vom Altai bis zum Missouri, und selbst in Bolivia bekannt; die Uebereinstimmung ist wirklich erstaunlich und verhältnissmässig weit grösser, als für die silurische und die devonische Formation. Auf der Bäreninsel und auf Spitzbergen kommen nach L. v. Buch dieselben Species von Productus vor, wie in Belgien oder Nordfrankreich. Von 26 Species, welche Alcide d'Orbigny in Bolivia gesammelt, zeigen 12 die grösste Aehnlichkeit, und 3 eine absolute Identität mit Species des Europäischen Kohlenkalksteins.

Mac-Coy hat aus dem unter den Steinkohlen Australiens liegenden Schichtensysteme 83 Thierspecies aus 39 verschiedenen Geschlechtern bestimmt, von welchen letzteren 35 auch im Englischen Kohlenkalksteine auftreten; dabei ist aber auch die specifische Aehnlichkeit so gross, dass diese Schichten als völlig aequivalent mit dem unteren Theile der Kohlenformation Irlands zu betrachten sind; denn 11 Species sind absolut identisch, und 9 Species so ähnlich mit irischen Formen, dass sie kaum unterschieden werden können. *The Ann. and Mag. of nat. hist. XX*, 1847, *p.* 308 ff.

§. 362. *Uebersicht einiger der wichtigsten Species.*

Die nachfolgende Uebersicht bezieht sich nur auf die wenigen Formen, welche auf den Tafeln XIV bis XIX des, unserm Buche beigegebenen Atlas abgebildet werden konnten. Die Bilder wurden grösstentheils aus dem classischen Werke von de-Koninck: *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique*, *Liège* 1842—1844, so wie aus dessen vortrefflicher *Monographie des genres Productus et Chonetes*, *Liège* 1847 entlehnt, und bei der Auswahl der Species ist so weit als möglich auf diejenigen Rücksicht genommen worden, welche auch ausserhalb Belgien in grosser Verbreitung auftreten, und daher als wirkliche Leitfossilien gelten können*).

1. Korallen (nebst Bryozoen und Foraminiferen).

Fenestella retiformis Lonsd. ><, *XIV*, 1, *a* natürliche Grösse, *b* ein Stück vergrössert; auch *XX*, 6.

Gorgonia ripisteria Goldf. >, *XIV*, 2, *a* natürliche Grösse, *b* ein Stück vergrössert.

Chaetetes capillaris Keys. *XIV*, 3, *a* nat. Grösse, *b* vergrössert; sehr verbreitet in Russland und Nordamerika.

Fusulina cylindrica Fisch. *XIV*, 4, *a* nat. Grösse, *b* vergrössert; sehr verbreitet in Russland, auch in Nordamerika.

Lithostrotion floriforme Flem. *XIV*, 5, *a* eine Zelle von oben gesehen, *b* Längsschnitt zur Erläuterung der Structur, *c* Querschnitt.

. *striatum Flem.* *XIV*, 6; häufig in England.

Cladocora sexdecimalis Morris *XIV*, 7 = *Caryophyllia sexd. Kon.* in England häufig, selten in Belgien; anfangs kriechend, dann vertical aufsteigend.

Lithodendron fasciculatum Phill. *XIV*, 8, ein Zweig; = *Caryophyllia fasc. Kon.* häufig in England und Belgien, bildet bedeutende Massen von umgekehrt kegelförmiger Gestalt, die aus sehr vielen, mehr oder weniger gewundenen Aesten bestehen.

Cariophyllia duplicata Flem. *XIX*, 9; bildet bald einfache Aeste, bald grosse, aus vielen Aesten zusammengesetzte Massen; England und Belgien.

Cyathophyllum ceratites Goldf. >, *XIV*, 10 = *C. mitratum Kon.* sehr häufig in Belgien, auch in Nordamerika u. a. Ländern.

. *fungites Kon.* *XIV*, 11, verkleinert, häufig in England, selten in Belgien.

Michelina favosa Kon. *XIV*, 12, ein Fragment von oben; in Belgien, England, Rheinpreussen.

Amplexus coralloides Sow. >, *XIV*, 13; ein junges Exemplar; im Alter wird die Form mehr cylindrisch, bis 4 Centim. dick und über 36 Cent. lang; häufig in England, Belgien, Nordamerika.

Calamopora fibrosa Goldf. I, 20, und *Syringopora catenata Morr. I*, 23, finden sich auch noch im Kohlenkalksteine.

2. Krinoiden.

Poteriocrinus crassus Mill. XIV, 14, ein Säulenstück mit Hilfsarm, *a* Gelenkfläche; häufig in England, selten in Belgien.
. *quinquangularis Aust. XIV*, 15, ein Säulenstück, *a* eine Gelenkfläche, England und Belgien; = *Cyathocrinus quinq. Kon.*
. *conicus Phill. XIV*, 16. Säulenstück und Gelenkfläche.
Platycrinus laevis Mill. XIV, 17, *a* Kelch, *b* Säulenstück, *c* Säulenglied mit Gelenkfläche; Belgien, Ratingen, England, Irland.
. *granulatus Mill. XIV*, 18, Kelch von unten; Belgien, England.
Pentatrematites ovalis Goldf. > *XIV*, 19, Kelch von oben; Ratingen, soll auch in der devonischen Formation vorkommen.
Melocrinus hieroglyphicus Goldf. > *XIV*, 20, Kelch von unten; Aachen.
Actinocrinus Gilbertsoni Kon. > *XIV*, 21, Säulenstück und Gelenkfläche; England und Belgien.

Wichtige Formen sind noch *Pentatrematites florealis* und *P. piriformis*, sowie *Actinocrinus polydactylus Mill.* und *A. laevis Goldf.*

3. Conchiferen.

Cardinia Goldfussiana Gein. XV, 1, = *Unio uniformis Goldf.*
. *tellinaria Kon. XV*, 2, = *Unio tellin. Goldf.*
. *phaseolus Kon. XV*, 3, = *Unio phaseolus Sow.*
. *carbonaria Kon. XV*, 4, = *Unio carbonarius Bronn.*
. *subconstricta Kon. XV*, 5, = *Unio subconstrictus Sow.*

Diese und noch mehre andere Species desselben Genus sind häufig im Schieferthone und Sphärosiderite vieler Steinkohlenterritorien.

Conocardium aliforme Sow. > *XV*, 6, = *Cardium aliforme*; häufig.
. *rostratum Mart. XV*, 7, Belgien, Ratingen, England.
. *hibernicum Ag. XV*, 8, Irland, England, Belgien, Ratingen, Oberfranken.
Cypricardia squamifera Kon. XV, 9; ebendaselbst.
Venus parallela Phill. XV, 10, = *Cypricardia par. Kon.*
Cardiomorpha radiata Kon. XV, 11.
. *oblonga Kon. XV*, 12, = *Isocardia obl. Sow.*
Cucullaea obtusa Phill. XV, 13, = *Arca obt. Kon.*
. *aviculoides Kon. XV*, 14, = *Arca avic.*
Avicula lunulata Kon. XV, 15, = *Gervillia lun. Phill.*
. *nobilis Kon. XV*, 16.
. *Buchiana Kon. XV*, 17.
. *papyracea Goldf. XV*, 18, = *Pecten pap. aliorum.*

Posidonomya vetusta Kon. *XV*, 19, zwei verschiedene Varietäten; ist = *Inoceramus vet. aliorum*; Belgien, England, Westphalen, Oberfranken.

Als einige wichtige Species sind noch besonders *Posidonomya Becheri*, *X*, 12, *Pinna flabelliformis Mart.*, und *Pecten dissimilis Flem.* zu nennen.

4. Brachiopoden.

Productus plicatilis Sow. *XV*, 20, wird oft weit grösser, und ist = *Leptaena polymorpha Münst.*; findet sich in Belgien und England, bei Hof in Franken, Falkenberg in Schlesien, bei Ratingen, Moskau, am Donetz, auf der Bäreninsel u.s.w.

. *semireticulatus Mart.* *XV*, 21, wird grösser, und kommt auch kleiner vor, ist = *Prod. Martini* und *P. antiquatus*, und jedenfalls eine der bezeichnendsten Formen; Belgien, Ratingen, Altwasser und Hausdorf; Irland, England, Asturien, am Donetz, am Ural, und überall in Russland wie in Nordamerika, in Bolivia, und bei Sydney in Australien.

. *Cora d'Orb.*, *XV*, 22, wird noch grösser, ist z. Th. = *Prod. comoides all. auctt.* und fast eben so verbreitet, wie die vorhergehende Species.

. *striatus M'Coy*, *XVI*, 1, ist = *P. comoides* z. Th. und *P. hemisphaericus* anderer Auctoren, wird noch einmal so gross, und gehört zu den höchst charakteristischen Formen des Kohlenkalksteins.

. *latissimus Sow.* *XVI*, 2, wird noch grösser und ist sehr verbreitet.

. *giganteus Sow.* *XVI*, 3, wird bisweilen noch einmal so gross, als das Bild, und ist ausserordentlich verbreitet, gerade wie *P. semireticulatus*.

. *longispinus Sow.* *XVI*, 4; diese Form vereinigt de-Koninck mit der nächstfolgenden, nämlich mit

. *Flemingii Sow.* *XVI*, 5; beide gehören zu den häufigsten Erscheinungen im Gebiete des Kohlenkalksteins.

. *scabriculus Sow.* *XVI*, 6; häufig in England, Irland und Russland; auch in Belgien.

. *punctatus Sow.* *XVI*, 7; sehr verbreitet.

. *fimbriatus Sow.* *XVI*, 8; desgleichen.

. *aculeatus Sow.* *XVI*, 9; äusserst charakteristisch.

Auch *Productus comoides*, eine sehr grosse Species, grösser als *giganteus*, ist an vielen Orten bekannt.

Chonetes papilionacea Vern. *XVI*, 10; findet sich sehr häufig, meist mit *Prod. giganteus* und *comoides*, und wird noch weit grösser, als es das Bild zeigt.

. *variolata Kon.**) *XVI*, 11, *a* natürl. Grösse, *b* vergrössert; wird oft als *Chon. sarcinulata* oder als *Productus sarci-*

*) Durch einen Irrthum ist diese Species auf Taf. XVI als *Chonetes sarcinulata* aufgeführt worden.

nulatus aufgeführt, und erlangt eine sehr grosse Verbreitung, zumal in England, Irland und Russland; findet sich aber auch in Nordamerika, in Bolivia und Neuholland.

Orthis umbraculum Buch >>, *XVII*, 1, wird noch grösser.

. . . . *Michelini Kon. XVII*, 2; ist sehr charakterisirt durch ihre Form und durch die Punctirung der Ventralklappe, und findet sich häufig.

. . . . *striatula Kon.* >>, *XVII*, 3; ausgezeichnet dadurch, dass die Ventralklappe weit stärker gewölbt ist, als die Dorsalklappe, welche letztere einen flachen und breiten Sinus hat; ist häufiger in der devonischen Formation.

. . . . *resupinata Phill.* >>, *XVII*, 4; ähnlich gestaltet wie *O. striatula*, doch ist die Ventralklappe kürzer als die Dorsalklappe, deren Schnabel sie überragt; Belgien, England, Irland, Ratingen, Nordamerika.

Spirifer crispus Buch >>, *XVII*, 5, Belgien, Ratingen, England.

. *cuspidatus Sow.* >, *XVII*, 6, Belgien, England, Irland, Nordamerika.

. *heteroclitus Buch* >, *XVII*, 7, breite und schmale Varietät; ist selten, und weit häufiger in der devonischen Formation.

. *trigonalis Sow. XVII*, 8, um die Hälfte verkleinert; selten in Belgien, häufig in England, auch bei Ratingen.

. *bisulcatus Sow.* >, *XVII*, 9, um die Hälfte verkleinert; wird oft, aber nach de-Koninck mit Unrecht, als eine Varietät von *aperturatus* betrachtet; Belgien, Ratingen, England, Nordamerika.

. *Sowerbyi Kon. XVII*, 10, um die Hälfte verkleinert; Belgien und Russland.

. *rotundatus Sow. XVII*, 11, verkleinert; Belgien, England, Irland.

. *glaber Sow.* >, *XVII*, 12; wird noch einmal so gross und noch grösser, und oft als *Sp. obtusus* oder *Sp. oblatus* aufgeführt, findet sich sehr häufig, kommt aber auch oft in der devonischen Formation vor.

. *striatus Sow. XVII*, 13, wird mehr als noch einmal so gross, ja sogar bis 12 Centim. breit, und oft als *Sp. attenuatus* aufgeführt; Belgien, Ratingen, England, Irland, Bolivia.

. *lineatus Buch* > *XVII*, 14, wird noch einmal so gross und noch grösser, ist oft viel breiter als lang, und dann mit einem deutlichen Sinus versehen; Belgien, England, Irland, Ratingen, Podolien.

Auch sind noch *Spirifer Mosquensis*, *Sp. hystericus IX*, 16 und *Sp. cristatus XX*, 18 zu erwähnen.

Terebratula planosulcata Kon. XVII, 15; sie ist, eben so wie *T. Royssii*, merkwürdig wegen der sehr dünnen Lamellen oder Stacheln, welche sich von dem Rande der Muschel

ausbreiten, und oft einen bis 2 Centim. breiten Strahlenkranz bilden; Belgien, England, Irland.

Terabratula acuminata Sow. > *XVII*, 16; *a* die eigentliche Varietät, *b* die unter dem Namen *T. pugnus*, und *c* die als *T. crumena* aufgeführte Varietät; Belgien, England, Irland, Sablé in Frankreich, überhaupt häufig.

. *hastata Sow.* >, *XVII*, 17; Belgien, England, Schlesien, Russland, Altai.

. *sacculus Sow.* >, *XVII*, 18; eben so verbreitet.

. *pentatoma Fisch. XVII*, 19; desgleichen.

Noch sind *Terebratula concentrica*, *X*, 10 und *T. rhomboidea*, *X*, 6 als ein paar, der devonischen und carbonischen Formation gemeinschaftliche Species zu erwähnen; *Leptaena depressa* und *Orthis crenistria* aber finden sich in Europa wie in Nordamerika.

5. Gasteropoden und Heteropoden.

Capulus vetustus Kon. > *XVIII*, 1; Belgien, Ratingen, England, Irland.

Bellerophon decussatus Flem. >, *XVIII*, 2; Belgien, Yorkshire.

. *Urei Flem.* >>, *XVIII*, 3; Belgien, England.

. *costatus Sow. XVIII*, 4; Belgien, England, Irland.

. *tenuifascia Sow. XVIII*, 5; Belgien, England, Ratingen.

Auch kommen noch mehre andere Species vor, wie namentlich *Bellerophon hiulcus*, welcher in Belgien, England, Irland und Nordamerika häufig ist.

Pleurotomaria insculpta Kon. XVIII, 6; Belgien.

. *Yvani Kon. XVIII*, 7; Belgien und England, nicht selten.

. *carinata Sow.* >, *XVIII*, 8; desgleichen, auch in Irland.

Einzeln finden sich noch viele andere Species, wie denn de Koninck nicht weniger als 43 Pleurotomarien aus Belgien beschrieben hat.

Murchisonia angulata > *Phill. XII*, 9; Belgien und England; auch mehre andere Species, deren überhaupt in Belgien allein schon 8 bekannt sind.

Nerita plicistria Kon. XVIII, 9; in Belgien und England häufig.

. . . . *spirata Sow.* > *XVIII*, 10; desgleichen.

Euomphalus catillus Sow. > *XVIII*, 11; ist nach Bronn *Schizostoma catillus* und findet sich häufig in Belgien, England, bei Ratingen und bei Falkenberg in Schlesien.

. *pentangulus Sow. XVIII*, 12; in Belgien vielorts doch nicht häufig; bei Ratingen, Sablé, sehr verbreitet in England und Russland.

. *acutus Flem. XVIII*, 13; wird noch einmal so gross, und findet sich ziemlich häufig in Belgien, bei Ratingen, in England und Russland.

. *Dionysii Goldf. XVIII*, 14; älteres Exemplar, bei *a* junge Spielart; ist sehr verbreitet in Europa wie in Nordamerika.

Euomphalus helicoides Kon. > *XVIII*, 15; halb verkleinert, ziemlich häufig in Belgien, bei Ratingen, in England, am Ural.

. *serpula Kon.* > *XII*, 10; Belgien, Irland.

Ueberhaupt giebt Koninck aus Belgien allein 19 Species von *Euomphalus* an.

Loxonema rugiferum Phill. >, *XVIII*, 16; ist = *Chemnitzia rug. Kon.* und findet sich in Belgien, England und Russland.

Litorina biserialis Kon. >, *XVIII*, 17; = *Turbo bis. Phill.* häufig in Belgien und England.

Chemnitzia constricta Kon. *XVIII*, 18; desgleichen.

Nach Koninck kommen in Belgien 11 Species von *Chemnitzia* vor.

Macrocheilus acutus Morr. *XVIII*, 19; häufig in Belgien, England und Irland.

Auch finden sich in Belgien nicht selten *Dentalium priscum* und *Dent. ingens*, so wie mehre Species von *Patella*, *Trochus* und *Turbo*.

6. Cephalopoden.

Orthoceras giganteum Sow. >, *XIX*, 1, Fragment; Belgien, England und Irland.

. *cinctum Sow.* >>, *XIX*, 2; Belgien und England mehrorts.

. *laterale Phill.* *XIX*, 3; desgleichen.

. *imbricatum Wahlenb.* >>, *V*, 15.

Nach Koninck kommen in Belgien 17 Species von Orthoceras vor.

Cyrtoceras rugosum Kon. *XIX*, 4, *a* Fragment mit Schale, *b* desgl. als Steinkern; selten in Belgien; England.

Aus Belgien führt Koninck noch 5 andere Species von *Cyrtoceras*, so wie 3 Species von *Gyroceras* auf.

Nautilus cyclostomus Phill. *XIX*, 5, Fragment eines Steinkerns; bei Visé in Belgien sehr häufig, doch meist nur in Fragmenten, so auch in England.

. *globatus Sow.* *XIX*, 6; Visé, Ratingen, Yorkshire und Irland.

. *sulcatus Sow.* *XIX*, 7; selten in Belgien, häufig in England.

Koninck führt aus Belgien noch 6 andere Species von *Nautilus* auf.

Goniatites sphaericus Haan, *XIX*, 9; Belgien, England, Nassau, Westphalen, Neu-York.

. *Listeri Phill.* *XIX*, 10; *a* und *b* grösseres Exemplar mit Schale, *c* kleineres mit grossentheils sichtbaren Loben, *d* Oberfläche der Schale vergr.; Belgien, England, Westphalen.

. *striatus Haan* >, *XIX*, 11, *a* und *b* Steinkern, *c* Oberfläche der Schaale vergr., ist = *G. crenistria Phill.* und eine ziemlich häufige Form.

. *diadema Kon.* *XIX*, 12, oft mit *G. Listeri* verwechselt; sehr häufig bei Chokier in den Kalknieren des Alaunschiefers, auch in England.

Ueberhaupt kommen nach Koninck in Belgien 14 Species von Goniatiten vor.

7. Crustaceen und Anneliden.

Cythere Phillipsiana Kon. XIX, 13; häufig bei Visé und in Yorkshire.

Cypridina concentrica Kon. XIX, 18; Belgien, Yorkshire, Irland; häufiger ist *Cypridina Edwardsiana*.

Phillipsia gemmulifera Kon. XIX, 14, Schwanzschild; selten bei Visé.

. *Derbyensis Kon. XIX*, 15; Belgien, England.

. *globiceps Kon. XIX*, 16; Visé, Ratingen, England; die Fragmente häufig.

. *pustulata Kon. XIX*, 17; Schwanzschild; die häufigste Species bei Visé, auch bei Chokier und Lives, so wie in England.

Serpula Sowerbyana Kon. XIX, 8; Tournay in Belgien, nicht selten.

Viertes Kapitel.

Bildungsweise der Steinkohlenformation überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.

§. 363. *Ausbildung der Steinkohlenformation überhaupt.*

Dass die verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation theils an den Küsten ehemaliger Inseln und Continente, in Meerbusen und Aestuarien, theils in Süsswasserbassins des alten Festlandes gebildet worden sein müssen, darüber kann gar kein Zweifel aufkommen; ja, die sehr ausgedehnten paralischen Territorien, wie z. B. jene von Irland, Russland und Nordamerika, scheinen sich geradezu in flachgründigen oceanischen Bassins, oder in grossen Binnenmeeren entwickelt zu haben; wenigstens gilt dies unbedingt für ihre tieferen, aus Kohlenkalkstein bestehenden Etagen. Es waren also nicht nur geographisch, sondern auch physikalisch verschiedene Bildungsräume, innerhalb welcher die verschiedenen Territorien der carbonischen Formation zur Ausbildung gelangten.

Eben so wenig können wir es bezweifeln, dass die Bildungsperiode der Steinkohlenformation eine sehr lange Dauer gehabt haben müsse, wenn wir bedenken, welche Zeit dazu erforderlich war, um nur die Ablagerung jener mächtigen Schichten von Kalkschlamm zu ermöglichen, welcher den Kohlenkalkstein lieferte, wenn wir die oft erstaunliche Anzahl von Sandstein-, Schieferthon- und Kohlenschichten betrachten, welche über diesem Kalksteine zum Absatze gelangten, und

wenn wir dabei nicht vergessen, wie viele Generationen von Korallen, Krinoiden und Mollusken, wie viele Generationen von Pflanzen entstehen und vergehen mussten, um jene unzählige Menge von thierischen Ueberresten, um jene bedeutenden Massen von Steinkohle zu liefern, welche in den verschiedenen Etagen der carbonischen Formation niedergelegt sind.

Diese lange Dauer der carbonischen Periode einerseits, und jene wesentliche Verschiedenheit der Bildungsräume anderseits erklären es denn auch, warum die verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation in ihrer Ausdehnung und Mächtigkeit, in ihrer petrographischen Zusammensetzung und in ihren paläontologischen Charakteren mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten entfalten. Die allgemeinste dieser Verschiedenheiten ist offenbar diejenige, welche wir durch die beiden Prädicate paralisch und limnisch auszudrücken versucht haben. Allein sowohl die paralischen als auch die limnischen Territorien werden, jede in ihrer Art, noch mancherlei besondere Unterschiede erkennen lassen, welche theils in ihren verschiedenen Bildungszeiten, theils in den verschiedenen geographischen und physischen Verhältnissen ihrer Bildungsräume begründet waren.

Denn keineswegs sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Bildung der verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation überall genau zu derselben Zeit ihren Anfang genommen und ihr Ende erreicht habe; und Niemand wird behaupten wollen, dass alle die verschiedenen Bildungsräume, mögen es nun Küstenstriche und Meeresgrund, oder Landseen gewesen sein, genau denselben geographischen und physikalischen Bedingungen unterworfen waren.

Während uns also manche Territorien gewissermaassen die ganze carbonische Periode repräsentiren, indem sie, abwärts in die devonische und aufwärts in die permische Formation übergehend, eine ununterbrochene Bildungsfolge während der ganzen Dauer dieser Periode beurkunden, so werden andere Territorien mehr den Anfang oder die erste Hälfte, noch andere mehr das Ende oder die zweite Hälfte, und wiederum andere bald diesen bald jenen mittleren Zeitabschnitt jener grossen Periode repräsentiren. Und wie sich gegenwärtig eine durch grosse Flussmündungen und Aestuarien unterbrochene Küste anders verhält, als ein stetig verlaufender Küstentract; wie sich gegenwärtig der, eine Insel umgebende freie Meeresgrund anders verhält, als der vom Lande umgebene Grund eines Binnenmeeres oder Meerbusens, so werden auch damals ähnliche Verschiedenheiten bestanden und sich geltend gemacht haben. Für die limnischen Bassins insbesondere werden noch, ausser den Verschiedenheiten ihrer Grösse, Richtung und Reliefbildung, die Verschiedenheit ihrer absoluten Höhe über dem Meeresspie-

gel, die verschiedene Grösse und Beschaffenheit der zu ihnen gehörigen Flussgebiete, und mancherlei andere Verhältnisse zu berücksichtigen sein, um die Verschiedenheiten zu begreifen, welche gerade ihre Territorien, bisweilen sogar bei geringer gegenseitiger Entfernung, in ihrer Mächtigkeit und petrographischen Zusammensetzung, in ihren Pflanzenresten und Kohlensorten erkennen lassen.

Sehen wir vom Kohlenkalksteine ab, welcher, als ein kalkiges Sediment des Meeresgrundes, durch ganz eigenthümliche Ursachen gebildet worden ist, so bleiben uns Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone als die bei weitem vorwaltenden Gesteine der Steinkohlenformation, in ihrer paralischen, wie in ihrer limnischen Ausbildungsweise; also Gesteine, deren Material grösstentheils aus der Zerstörung anderer Gesteine hervorgegangen, und durch Zuschwemmung an seine gegenwärtige Ablagerungsstelle gelangt ist. Daher können es unmöglich blos kleine und niedrige Inseln, sondern es müssen nothwendig grosse, von mächtigen Flüssen bewässerte Inseln und förmliche Continente gewesen sein, an deren Küsten und in deren bassinförmigen Depressionen jene gewaltigen Systeme von Sand- und Schlammschichten abgesetzt wurden, welche uns in den Sandstein- und Schieferthonschichten der Steinkohlenformation vorliegen, und deren zuletzt als Marschland hervortretende Oberfläche den Grund und Boden für die üppige Vegetation des ersten Kohlenflötzes lieferte.

Wo z. B. jetzt die Appalachische Gebirgskette das Festland Nordamerikas von NO. nach SW. durchsetzt, da mag sich während der carbonischen Periode die flache Küste eines nach Osten weit ausgedehnten Landes befunden haben, aus welchem grosse Ströme fortwährend Sand und Schlamm in das westlich angränzende seichte Meer hinausschwemmten, während in demselben Meere weiter auswärts die Bildung des Kohlenkalksteins vor sich ging. Schlammführungen, wie sie der Nil, der Mississippi, der Hoangho u. a. Flüsse der Jetztwelt zeigen, mögen in jenen vorweltlichen Flüssen durch Tausende von Jahren im Gange gewesen sein, und das Material jener Sandstein- und Schieferthonschichten geliefert haben, welche über weit ausgedehnten Strecken des Meeresgrundes zum Absatze gelangten, und eine allmälige Erhöhung desselben zur Folge hatten. Wurde dann und wann durch Erhebungen des Binnenlandes oder durch andere Ereignisse die Fallthätigkeit der Ströme verstärkt, so schwemmten sie gröberes Material hinaus, welches Conglomerate lieferte. Endlich tauchte der fortwährend erhöhte Meeresgrund über den Meeresspiegel als ein weit und breit ausgedehntes Marschland heraus, auf dem eine reiche Vegetation zur Entwickelung gelangte, welche, Jahrhunderte hindurch fortwuchernd, die Ausbildung eines vorweltlichen Torfmoores bedingte, womit denn das Material zu einem weit ausgedehnten Steinkohlenflötze gegeben war. — Aehnliche Operationen waren in den Süsswasserbassins der damaligen Festländer in Wirksamkeit; auch sie wurden durch fortwährend

eingeschwemmtes Material allmälig so weit ausgefüllt, dass sie endlich in flache Moraststrecken übergingen, auf denen Stigmarien, Calamiten, Sigillarien u. a. carbonische Pflanzen in dichtem Gedränge hervorschossen, und sich allmälig in hundertfachen Generationen zu einer torfmooräbnlichen Ablagerung von Pflanzenmasse anhäuften.

So weit, d. h. bis zur Bildung der ersten phytogenen Schicht lässt sich die Entwickelungsgeschichte der Steinkohlenformation ohne besondere Schwierigkeiten verfolgen. Allein die vielfältige Wiederholung solcher phytogenen Schichten, die Aufeinanderfolge einer grossen Menge von Kohlenflötzen mit ihren mächtigen Zwischenmitteln von Sandstein und Schieferthon: das sind allerdings nicht so ganz leicht zu begreifende Erscheinungen; das sind Verhältnisse, deren Erklärung wenigstens für die paralischen Territorien auf eine etwas andere Weise zu versuchen sein dürfte, als für die limnischen.

Lindley, Lyell und Andere haben angenommen, dass diejenigen Regionen des Meeresgrundes und der Meeresküsten, in welchen die Bildung der paralischen Steinkohlenformation begonnen hatte, während der Dauer der carbonischen Periode einer ganz langsamen und allmäligen Subsidenz oder Senkung unterworfen waren*), ungefähr so, wie jene Senkungsfelder des grossen Oceans, in deren Gebiete die Bildung der Koralleninseln vor sich geht (I, 280). Setzen wir voraus, dass diese Senkungen mit periodischen Unterbrechungen Statt fanden, so erhalten wir in der That einen Mechanismus, durch welchen die Ausbildung vieler, über einander folgender Kohlenflötze einigermaassen erklärlich wird. Wir würden zu einem ähnlichen Resultate gelangen, wenn wir mit Petzholdt annehmen, dass während der carbonischen Periode durch successive, bald hier bald dort eingetretene Erhebungen des Meeresgrundes eine von Zeit zu Zeit wiederholte Erhöhung des Meeresspiegels verursacht worden sei. Petzholdt, Geologie, 1845, S. 415.

Es kommt nämlich in allen Fällen besonders darauf an, dass nach der Bildung der ersten phytogenen Schicht ein ganz allmäliges Steigen des Meeresspiegels eingetreten, und geraume Zeit hindurch im Gange geblieben sei, um die successive Ueberschwemmung jener ersten Pflanzenschicht mit einem Systeme von Schlamm- und Sandschichten, und ein abermaliges Hervortauchen auch dieses Schichtensystems in der Form einer weit ausgedehnten Marschfläche zu begreifen, und damit den Grund und Boden für eine zweite phytogene Schicht zu gewinnen. Denn wenn nach dem Auftauchen dieses Marschlandes im

*) *The fossil flora of Great Britain, III. p.* 35; und *Proceed. of the geol. soc.* 26. *April*, 1843.

Steigen des Meeresspiegels ein längerer Stillstand eintrat, so konnte auf dessen Oberfläche dieselbe Vegetation von Stigmarien, Calamiten, Sigillarien u. s. w. und somit eine zweite torfmooräbnliche Pflanzenschicht zur Entwickelung gelangen. Nehmen wir nun an, dass sich dergleichen Oscillationen im Stande des Meeresspiegels, dass sich also die abwechselnden Steigungen und Stillstände desselben im Laufe der Zeiten vielfältig wiederholt haben, so begreifen wir, wie endlich ein sehr mächtiges Schichtensystem zur Ausbildung gelangen musste, welches sich aus zahlreichen Schichten von Pflanzenmasse, und aus dazwischen eingeschalteten Etagen von sandiger und thoniger Natur zusammengesetzt erweisen wird.

Diese Theorie der abwechselnden Subsidenz und Stabilität des Meeresgrundes, oder auch der abwechselnden Steigungen und Stillstände des Meeresspiegels erklärt es auch, warum die zunächst über den Kohlenflötzen abgesetzten Schieferthone eine Menge von eingeschwemmten Pflanzenresten umschliessen, und warum in den paralischen Territorien der Steinkohlenformation zwar sehr viele, aber gewöhnlich nicht sehr mächtige Kohlenflötze vorkommen.

Auf die limnischen Bassins lässt sich jedoch die Theorie der Subsidenzen nicht füglich in allgemeine Anwendung bringen, da es kaum denkbar ist, dass alle diese, mitten im Festlande gelegenen Bassins eine wiederholte Senkung ihres Grundes erlitten haben sollten. Wenn also auch vielleicht einige grössere, von Gebirgsketten umgebene Bassins noch im Sinne jener Theorie zu beurtheilen sind, so dürfte doch für alle kleineren Bassins die Wiederholung der Flötze und die Ausbildung ihrer Zwischenmittel nur in der Weise zu erklären sein, dass zwischen längeren Perioden der Ruhe und Stabilität Epochen eintraten, in welchen eine plötzliche oder allmälige Steigerung der Fallthätigkeit der einströmenden Flüsse Statt fand. Mag nun diese gesteigerte Wirksamkeit der Flüsse entweder in Durchbrüchen höher gelegener Seebecken, oder in einer weiteren Emportreibung des inneren Festlandes, oder in irgend anderen Ursachen begründet gewesen sein; jedenfalls wird sie den Erfolg gehabt haben, dass die zunächst gebildete Pflanzenschicht unter neu zugeschwemmten Sand- und Schlammschichten begraben wurde, deren Absatz so lange fortdauerte, bis ein neuer Marschboden gebildet war, auf welchem sich eine neue Vegetation zu entwickeln vermochte. Eine Wiederholung ähnlicher Ereignisse wird auch die Wiederholung eben so vieler Pflanzenschichten zur Folge gehabt haben, welche gegenwärtig als Kohlenflötze erscheinen.

Dass bei solcher Ausbildungsweise im Allgemeinen eine geringere Anzahl von Flötzen zu erwarten sein wird, diess ist wohl begreiflich; die bis-

weilen grosse Mächtigkeit und häufige Unregelmässigkeit der Flötze in den limnischen Bassins möchte aber, wenigstens zum Theil, darin ihre Erklärung finden, dass solche Flötze gar nicht als vorweltliche Torfmoore, sondern durch Zusammenschwemmung grosser Haufwerke von Pflanzenmassen gebildet worden sind. Diess führt uns denn zur Beantwortung der Frage nach der ursprünglichen Bildungsweise der Steinkohlenflötze insbesondere.

§. 364. *Bildungsweise der Kohlenflötze insbesondere.*

Ueber die ursprüngliche Entstehung der Steinkohlenflötze, d. h. über die Art und Weise, wie solche mächtige und weit ausgedehnte Schichten von Pflanzenmassen gebildet worden sind, hat man verschiedene Ansichten aufgestellt, welche jedoch wesentlich auf zwei, einander entgegenstehende Theorien zurückgeführt werden können. Diese beiden Theorien lassen sich als die der Anschwemmung, und als die des Wachsthums an Ort und Stelle bezeichnen. Es ist über die Zulässigkeit der einen und der anderen dieser Theorien viel gestritten worden; indessen scheint es, dass beide in gleichem Grade berechtigt sind. Denn wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass den meisten und ausgedehntesten Flötzen ihr Material durch eine Vegetation *in situ* geliefert worden ist, so dürften doch manche Ablagerungen von Steinkohle nur durch eine Zusammenschwemmung von Pflanzenmassen zu erklären sein.

Dass noch gegenwärtig bisweilen erstaunliche Massen von Pflanzenstämmen durch grosse Ströme von ihren Standorten losgerissen, und mehr oder weniger weit, in Seebecken oder auch bis an die Meeresküste, fortgeschwemmt werden; dass in letzterem Falle solche Pflanzenstämme durch Meeresströmungen als Treibholz in weit entfernten Gegenden zum Absatze gelangen können, und dass die so angehäuften Treibholzmassen mitunter sehr bedeutende Dimensionen erlangen; diess sind bekannte Thatsachen. Da nun die Ströme der Vorwelt gewiss häufig eine ähnliche Wirksamkeit bethätigt haben werden, so lässt sich im Allgemeinen die Möglichkeit nicht abläugnen, dass auch damals dann und wann in den Stromausmündungen mächtige und weit ausgedehnte Ablagerungen von Pflanzenstämmen angehäuft worden sind. Wurden nun diese Ablagerungen später unter Sand- und Schlammschichten begraben, so befanden sie sich unter Verhältnissen, welche ihre allmälige Umbildung zu kohligen Massen begünstigen mussten; und nehmen wir an, dass sich ähnliche Ereignisse an denselben Stromausmündungen (in Landseen oder an der Meeresküste) wiederholten, so erhalten wir Schichtensysteme, welche

sich gegenwärtig aus Schichten von Steinkohle mit zwischengelagerten Sandstein- und Schieferthonschichten zusammengesetzt erweisen werden.

Dass aber die so gebildeten Treibholzschichten keine sehr grosse Regelmässigkeit ihrer Ausdehnung und keine sehr constante Mächtigkeit zeigen, dass sie oftmals nur wie stockartige Ablagerungen erscheinen werden, und dass gerade dergleichen Ablagerungen, unter günstigen Localverhältnissen, und durch wiederholte, gegen dieselben Stellen gerichtete Anschwemmungen, eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen konnten, diess ist wohl nicht zu bezweifeln. Und so können wir denn in solchen angeschwemmten Pflanzenmassen ähnliche Verhältnisse erwarten, wie sie uns namentlich die Kohlenflötze mancher limnischen Bassins vorführen, nämlich sehr unregelmässige Mächtigkeitswechsel, Zerschlagung in viele einzelne Lagerstöcke, und excessive Mächtigkeiten mancher solcher Stöcke.

Grosse Anhäufungen von Treibholz gehören unter anderen in mehren Strömen Nordamerikas und Sibiriens zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen. Der Mackenziefluss liefert besonders ausgezeichnete Beispiele, und es müssen diese Anhäufungen schon seit langer Zeit im Gange gewesen sein, da man an seinen Ufern oft Lager von bituminösem Holze entblöst sieht, welche mit Thon-, Sand- und Geröllschichten abwechseln. An den Ufern des Sclavensee und des Athabascasee werden fortwährend Bänke von Treibholz abgesetzt, die sich nicht selten viele Meilen weit erstrecken. Auch der Mississippi führt alljährlich ans den nördlichen Waldregionen eine unsagliche Menge von Baumstämmen in das Meer hinaus. Zuweilen häufen sich diese Stämme an einzelnen Stellen des Stromes zu grossen Ablagerungen an, welche sich, obwohl festsitzend, doch lange schwimmend erhalten; das sind die sogenannten *rafts*. So hatte sich im Achtafalaya, einem Seitenarme des Mississippi, während eines Zeitraumes von 38 Jahren ein ununterbrochenes Raft gebildet, welches 10 Englische Meilen lang, 600 bis 700 Fuss breit, und 8 Fuss tief war; das Ganze stieg und sank mit dem Wasserstande, war mit Sträuchern und Bäumen bewachsen, von welchen letzteren einige zuletzt 60 F. hoch aufragten, bis sich endlich die Regierung von Louisiana genöthigt sah, das Raft mit grossem Aufwande von Kräften zerstören zu lassen. Island und Spitzbergen, so wie manche Küstenstriche von Labrador und Grönland werden beständig mit erstaunlichen Massen von Treibholz versorgt, und Crantz behauptet, dass die Haufwerke von Treibholz, welche das Meer an der Insel Jan-Mayen absetzt, oft eben so ausgedehnt sind, wie diese Insel selbst.

Nach Elie-de-Beaumont würde eine 8 Meter dicke Schicht Treibholz ein Kohlenflötz von 1 Meter Mächtigkeit liefern können, was wohl etwas zu wenig berechnet sein dürfte. Denken wir uns also, dass irgendwo durch besonders günstige Localverhältnisse eine Anhäufung sehr vieler successiver Jahrgänge von Treibholz verursacht worden sei, so werden wir die Ausbildung jener mächtigen Lagerstöcke von Steinkohlen einigermaassen begreiflich finden, deren Formen und Dimensionen nicht wohl vereinbar mit der Ansicht scheinen, dass wir es auch bei ihnen mit einer, an ihrem ursprünglichen Standorte

begrabenen Vegetation zu thun haben. Auf ähnliche Weise dürften aber auch manche regelmässig ausgedehnte Kohlenflötze durch Zusammenschwemmung zu erklären sein; wie z. B. alle diejenigen, welche zwischen Kohlenkalkstein und anderen Schichten von entschieden *mariner Bildung* eingeschaltet sind, oder wie jene selten vorkommenden Flötze, welche, ohne ein Substratum von Sandstein oder Schieferthon, *unmittelbar* auf Granit, Thonschiefer, Kalkstein und anderen Gesteinen aufruhen, von denen sich nicht wohl annehmen lässt, dass sie den Grund und Boden einer luxurianten Vegetation geliefert haben können.

Aus diesen und anderen Gründen haben sich denn auch Williamson, Murchison, Horner u. A. noch in neuerer Zeit dafür ausgesprochen, dass in gewissen Fällen auch die Anschwemmungstheorie neben der Theorie des Wachsthums an Ort und Stelle ihre Giltigkeit habe.

Für die grosse *Mehrzahl* der Steinkohlenflötze dürfte jedoch unbedingt die zweite Theorie anzunehmen sein, dass ihnen ihr Material durch eine *Vegetation an Ort und Stelle* geliefert worden ist. Alle diejenigen Flötze nämlich, welche stetig über grosse Räume ausgedehnt sind, dabei eine sehr gleichmässige aber nicht zu grosse Mächtigkeit, und einen mit Stigmarien erfüllten Schieferthon zur Unterlage haben, sind wohl kaum nach einer anderen Theorie zu erklären. Nur darf man dabei nicht von der Idee ausgehen, dass es eigentliche *Urwälder* waren, welche, an Ort und Stelle niedergeworfen, durch die Last der aufgeschwemmten Massen zusammengepresst, und in Schichten von Pflanzensubstanz umgewandelt wurden. Denn die Flora der carbonischen Periode war ja im Allgemeinen keine Baum- und Waldflora, sondern eine Morast- und Strandvegetation, welche sich auf grossen, zur Emersion gelangten Flächen von Marschland entwickelte; die vorwaltenden *Formen* dieser Flora rechtfertigen aber die Vermuthung, dass die Ausbildung jener weit ausgedehnten und regelmässigen Schichten von vorweltlichen Pflanzenmassen die grösste Analogie mit der Bildung der jetzigen *Torfmoore* gehabt habe. Wenn wir also die meisten Steinkohlenflötze für *vorweltliche Torfmoore* erklären, so dürfen wir doch nicht vergessen, wie diese Moore von so ganz eigenthümlichen Pflanzen gebildet wurden, dass man die Analogie mit den *jetzigen* Torfmooren nicht *zu weit* verfolgen darf, um nicht auf neue Schwierigkeiten und unnatürliche Folgerungen geführt zu werden.

Auf denen, oft über viele Quadratmeilen ausgedehnten Marschflächen sprossten zunächst Stigmarien hervor, deren succulente, vielarmige Körper einen Unterwuchs von kriechenden Stämmen und Aesten bildeten; zwischen ihnen aber schossen in dichtem Gedränge Sigillarien und Calamiten zu einem Walde von colossalen, rohrartigen Stämmen auf, *eine* Generation über der *andern*, bis endlich eine mächtige Pflanzen-

schicht zu Stande kam, welche sich auf dem morastigen Grunde unter ähnlichen Verhältnissen befunden haben wird, wie die Pflanzenmassen unserer jetzigen Torfmoore. Die Reinheit der Kohlensubstanz, die Stetigkeit der Ausdehnung und die gleichmässige Mächtigkeit der Kohlenflötze, die so regelmässige bankförmige Gliederung derselben durch eingeschaltete Lettenlagen (als den Resultaten vorübergehender unbedeutender Inundationen), die aufrechten Pflanzenstämme, und alle übrigen Verhältnisse der meisten Kohlenflötze scheinen nur in dieser, oder in einer ähnlichen Vorstellung ihrer Bildungsweise eine genügende Erklärung zu finden. Trat endlich eine permanente grössere Steigung des Wasserspiegels ein, so wurde das so gebildete Pflanzenmoor unter Sand und Schlamm begraben, in deren ersten Schichten, zugleich mit dem letzten Bestande der Moorvegetation, eine grosse Menge anderer, dem nächsten Lande entrissener Pflanzentheile eingeschwemmt werden musste, weshalb es erklärlich ist, dass die Dachschieferthone der Kohlenflötze in der Regel eine Unzahl von isolirten und sehr manchfaltigen Pflanzenresten umschliessen.

Will man also von vorweltlichen Wäldern sprechen, so sind wohl darunter nur schilfrohrähnliche Dickichte von Sigillarien, Calamiten und Lepidodendren, mit Unterwuchs von Stigmarien, zu denken, nicht aber Wälder in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. Denn, denken wir uns einen, aus vollwüchsigen Bäumen bestehenden, gewöhnlichen Hochwald auf seiner Grundfläche gleichmässig ausgebreitet, zusammengestampft und in Steinkohle umgewandelt, so würde er, wie sich leicht berechnen lässt, nur eine Kohlenlage von höchstens einem Centimeter Stärke liefern. Demnach würde ein einziges Kohlenflötz von einem Meter Mächtigkeit 100 Generationen von Hochwald, und vielleicht 10000 Jahre Zeit zu seiner Bildung erfordert haben; was denn doch eine etwas unglaubliche Annahme sein dürfte, wie frei wir auch über die Zeit verfügen können. Ganz anders stellt sich die Rechnung heraus, wenn wir Dickichte von Sigillarien, Calamiten u. s. w. voraussetzen, deren Stämme vielleicht in wenigen Jahren ihre volle Entwickelung erlangten, und, dicht nebeneinander stehend, so viel Pflanzenmasse lieferten, dass es einer weit geringeren Anzahl von Generationen bedurfte, um ein Torfmoor zu bilden, welches einem Kohlenflötze von der gewöhnlichen Mächtigkeit aequivalent ist.

Diese Ansicht, dass die Steinkohlenflötze aus vorweltlichen torfmoorähnlichen Pflanzenschichten entstanden sind, ist schon im Jahre 1778 von v. Beroldingen ausgesprochen, und bald darauf auch von De-Luc angenommen worden. Sie wurde jedoch zu Anfange des jetzigen Jahrhunderts, insbesondere durch Voigt (in seinem Versuche einer Geschichte der Steinkohlen, 1802 und 1805) bekämpft und in den Hintergrund gedrängt. In neuerer Zeit aber ist sie durch Lindley und Hutton (*The fossil Flora of Great-Britain, II*, 1833, *p.* XII—XXII), durch Link (in seiner Abhandlung über den Ursprung der Steinkohle und Braunkohle, 1838), durch Macculloch, Ad. Brongniart,

Elie-de-Beaumont, Binney, Logan, Stiehler (in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 717), durch Burat (in seiner *Description géol. du bassin houiller de Saône et Loire*), ganz vorzüglich aber durch Lyell und Göppert wiederum zu Ehren gekommen, und zu einem solchen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben worden, dass sie wohl nicht wieder durch eine andere Ansicht verdrängt werden dürfte*).

Achter Abschnitt.

Permische Formation.

§. 365. *Einleitung.*

Nach der Steinkohlenformation gelangte hier und da eine sedimentäre Formation zur Entwickelung, welche durch ihre organischen Ueberreste als die letzte der primären oder paläozoischen Formationen charakterisirt wird. Im Allgemeinen auf wenige Bildungsräume beschränkt bleibt sie auch in ihrer Ausdehnung weit hinter den älteren und vielen neueren Formationen zurück; denn nach unsern dermaligen Kenntnissen ist sie nur in Russland über sehr grosse Räume verbreitet; ausserdem aber erlangt sie fast nur in Teutschland und England eine grössere Bedeutung.

Die Kenntniss dieser Formation ist von Teutschland ausgegangen, wo sie namentlich in Thüringen seit langer Zeit das Feld eines sehr ergiebigen Bergbaues und vieler geognostischer Untersuchungen geliefert hat; später wurde sie in England bekannt, aber erst in neuerer Zeit ist sie auch in Russland als eine der wichtigeren Formationen nachgewiesen worden.

Da sie in Teutschland und England gewöhnlich in zwei sehr verschiedene Formationsglieder zerfällt, von denen das untere, das sogenannte Rothliegende, als eine Sandsteinbildung, das obere, der sogenannte Zechstein, als eine Kalksteinbildung erscheint, und da das Rothliegende mehr als eine Landwasserbildung, der Zechstein hingegen

*) Der Abschnitt über die Steinkohlenformation ist dermaassen angewachsen, dass wir darauf verzichten müssen, ihn mit der Beschreibung einzelner, vorzüglich ausgezeichneter Beispiele des Vorkommens dieser Formation zu beschliessen; was auch bei der ziemlich ausführlichen, und durch viele Beispiele erläuterten Darstellung ihrer Verhältnisse minder nothwendig erscheint.

als eine marine Bildung charakterisirt ist, so wurden auch anfänglich diese beiden Formationsglieder als zwei verschiedene Formationen betrachtet und aufgeführt, bis endlich Murchison zeigte, dass in Russland die dem Rothliegenden entsprechenden Sandsteine und die dem Zechsteine entsprechenden Kalksteine ohne eine bestimmte Ordnung mit einander wechsellagern, und sich als Glieder einer und derselben Formation erweisen. Wie also der Kohlenkalkstein und die übrigen Glieder der Steinkohlenformation, so müssen auch das Rothliegende und der Zechstein, ungeachtet ihrer sehr auffallenden Verschiedenheit und ihres oft getrennten und selbständigen Auftretens, zu einer einzigen Formation vereinigt werden, für welche freilich weder die eine, noch die andere jener beiden, aus der Sprache des Thüringer Bergmanns entlehnten Benennungen geeignet erscheint.

Weil nun dieser Schichten-Complex nirgends in einer gleich grossen Ausdehnung bekannt ist, als im Gouvernement Perm und in den angränzenden Gegenden Russlands, und weil dort die Zusammengehörigkeit der in Teutschland und England getrennten Glieder zuerst erkannt worden ist, so schlug Murchison den Namen permisches System oder permische Formation vor, welcher auch bereits so allgemeinen Eingang gefunden hat, dass wir keinen Anstand nehmen, uns dieser Nomenclatur anzuschliessen.

Unter dem Namen permische Formation begreifen wir also denjenigen Schichtencomplex, welcher unmittelbar auf die Steinkohlenformation gefolgt, und der Triasformation vorausgegangen ist, und welcher in den zuerst bekannt gewordenen Gegenden seines Vorkommens in zwei grosse und meist scharf getrennte Formationsglieder, nämlich in das Rothliegende und den Zechstein zerfällt, während schon hier und da in diesen Gegenden, noch weit mehr aber in Russland eine solche Trennung nicht mehr so scharf, oder auch gar nicht mehr durchzuführen ist.

Dass somit eine Sandsteinbildung und eine Kalksteinbildung zu einer und derselben Formation gerechnet werden, diess kann wohl kein Bedenken hervorrufen, da uns fast alle Sedimentformationen Beispiele einer solchen Association vorführen. Das einzige erhebliche Bedenken würde aus dem Umstande herzuleiten sein, dass das Rothliegende oft mehr eine limnische, der Zechstein dagegen ganz entschieden eine marine Bildung ist; aber auch diesem Verhältnisse begegneten wir schon in der Steinkohlenformation, zwischen dem Kohlenkalksteine und den oberen Schichtensystemen ihrer paralischen Territorien. Es lässt sich also im Allgemeinen gegen die von Murchison vorgeschlagene Vereinigung nicht viel einwenden.

Uebrigens wurde noch neuerdings von Hausmann darauf hingewiesen, dass schon längst in Teutschland die sehr genaue Verknüpfung zwischen Roth-

liegendem und Zechstein erkannt*), und daher das Ganze von ihm als Kupferschieferformation aufgeführt worden sei. Murchison könne daher nicht die Priorität dieser Classification (oder Zusammenfassung), sondern nur die des Namens permische Formation in Anspruch nehmen, welchem jedoch aus mehren Gründen der Name Kupferschiefergebirge, oder, wenn man nun einmal einen Localnamen wolle, der Name Thüringer Formation unbedingt vorzuziehen sei. Gött. Gel. Anz. 1850, S. 1087. — Weil aber der eigentliche Kupferschiefer ausserhalb Teutschland fast gar nicht vorhanden, und weil auch häufig das Rothliegende ganz allein ausgebildet ist, so dürfte doch wohl der Name Kupferschieferformation nicht allgemein bezeichnend sein. Gegen den sehr guten Namen Thüringer Formation lässt sich nur die Priorität der von Murchison vorgeschlagenen Benennung geltend machen, obgleich er schon früher von Hoffmann, freilich in einer viel weiteren und nicht wohl zulässigen Bedeutung in Vorschlag gebracht worden ist. Uebersicht der orogr. und geogn. Verh. vom NW. Deutschland, 1830, S. 438.

Beyrich ist zwar der Meinung, wir würden, wenn wir in Teutschland von einem permischen Systeme sprechen wollten, das bei uns in der Natur Gesonderte in einer unzweckmässigen und durch nichts gerechtfertigten Weise verbinden, und man könne einen teutschen Geognosten, welcher in Teutschland eine permische Formation annehme, mit einem Historiker vergleichen, welcher in der teutschen Geschichte neue Abschnitte einführen wolle, um sie mit denen der russischen Geschichte in Einklang zu bringen. Berichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissensch. 1845, S. 33. Wenn es sich jedoch in der Geognosie nicht um die Entwickelungsgeschichte einzelner Landstriche, sondern um die der äusseren Erdkruste überhaupt handelt, wenn es ihr darauf ankommt und ankommen muss, die Gleichzeitigkeit weit von einander liegender Schichtensysteme nachzuweisen, und die gleichzeitig entstandenen ähnlichen Bildungen unter gemeinschaftlichen Namen zusammenzufassen, da muss jenes Gleichniss offenbar hinkend erscheinen. Es wäre gewiss kein Fortschritt der Wissenschaft, wenn künftig die, paläontologisch und bathrologisch als gleichzeitig erkannten Sedimentbildungen wegen localer und petrographischer Verschiedenheiten unter verschiedenen Formationsnamen aufgeführt werden sollen. Dasselbe Gleichniss würde sich auch gegen den allgemeinen Gebrauch der Namen silurische Formation, devonische Formation u. s. w. geltend machen lassen; da sich nun der Urheber desselben mit diesen Namen einverstanden erklärt, da er sogar neuerdings in der teutschen Kreideformation eine cenomanische, turonische und senonische Etage annimmt, so ist wohl zu hoffen, dass er auch sein Bedenken in Betreff des Namens permische Formation fallen lassen, und sich dem, ausserhalb seines Bereiches, schon ziemlich allgemein gewordenen Sprachgebrauche anschliessen wird.

Weil Teutschland, England und Russland diejenigen drei Länder sind, in welchen die permische Formation am vollständigsten ausgebildet

*) So sprach auch Kittel im Jahre 1840 die Ansicht aus, dass die Formation des Rothliegenden von der des Zechsteins nicht getrennt werden dürfe, weil die Natur sie uns überall vereinigt zeige. Omalius d'Halloy hat beide schon längst unter dem Namen *terrain pénéen* verbunden.

und am genauesten bekannt ist, so scheint es uns zweckmässig, die Darstellung derselben nach ihrer verschiedenen Ausbildungsweise in diesen drei Ländern zu ordnen und abzutheilen.

Erstes Kapitel.

Permische Formation in Teutschland.

A. Rothliegendes.

§. 366. *Allgemeiner Charakter des Rothliegenden.*

In Teutschland lässt die permische Formation fast überall die beiden Formationsglieder des Rothliegenden und des Zechsteins unterscheiden, welche sich jedoch, ungeachtet ihrer auffallenden Verschiedenheit, durch ihre sehr gewöhnliche Association innerhalb derselben Bildungsräume, und durch ihre concordante Lagerung als zusammengehörige Bildungen zu erkennen geben. Im Allgemeinen lässt sich, wie gesagt, das Rothliegende als eine Sandsteinbildung, der Zechstein als eine Kalksteinbildung bezeichnen, welche da, wo sie beide zugleich vorhanden sind, die sehr bestimmte Lagerungsfolge behaupten, dass das Rothliegende die untere, der Zechstein die obere Hälfte der Formation bildet. Bald erscheint das Rothliegende weit mächtiger als der Zechstein, bald findet das Gegentheil Statt; nicht selten wird der Zechstein gänzlich vermisst und das Rothliegende ist allein vorhanden, während auch umgekehrt der Zechstein bisweilen ohne das Rothliegende angetroffen wird.

Die Namen Rothliegendes oder Todtliegendes gehören nicht gerade zu den Glanzpunkten der geologischen Nomenclatur; die ihnen zu Grunde liegende ursprüngliche Benennung Rothes-Todtes-Liegendes aber ist ein nomenclatorisches Monstrum, welches seine Abstammung aus der Sprache des Thüringischen Häuers in keiner Weise verläugnet. Nach der Durchbrechung des Kupferschieferflötzes, als des hauptsächlichen Gegenstandes seiner Thätigkeit, gelangt nämlich der Thüringische Bergmann zuvörderst in den darunter liegenden weissen oder grauen, oft noch erzführenden Sandstein, dass Weissliegende oder Grauliegende, unter diesem aber in die rothe, erzleere, und daher für ihn todte Sandsteinbildung, als das eigentliche Liegende aller erzführenden Schichten, welcher er daher den Namen des rothen, todten Liegenden gab. Obgleich also der Name, wie Heim bemerkt, rein geognostisch ist, indem er sich auf die Farbe und auf die bestimmte Lagerung dieser Sandsteinbildung unter dem Kupferschiefer bezieht, so verstösst es doch gegen alle Regeln der wissenschaftlichen Nomenclatur, wenn ein mit zwei Adjectiven belastetes *Participium praesentis* als *Nomen proprium* eingeführt wird. Der zweckmässigerweise abgekürzte Name Rothliegendes hat sich nun aber

einmal in der Sprache der teutschen Geognosie eingebürgert, und wir werden uns daher seiner zur Bezeichnung der unteren Abtheilung der permischen Formation in Teutschland bedienen. Die Engländer nennen die entsprechende Bildung *lower new red sandstone*, die Franzosen *grès rouge*.

Das Rothliegende tritt in so vielen Gegenden Teutschlands, und oftmals in so grosser Mächtigkeit auf, dass wir in seiner dortigen Ausbildungsweise gewissermaassen den Normaltypus dieser merkwürdigen Sandsteinbildung kennen lernen. Das vorwaltend aus Eisenoxyd bestehende rothe Pigment, das vielfache Auftreten von Conglomeraten, der immer wiederholte Wechsel in der Grösse des Kornes seiner Gesteine, die häufige Association mit Porphyren und Melaphyren, die so gewöhnlichen Einlagerungen von Thonsteinen und Porphyrconglomeraten, die grosse Armuth und der oft gänzliche Mangel an organischen Ueberresten: das sind Eigenschaften, durch welche sich das Rothliegende als eine ganz eigenthümliche Sandsteinbildung beurkundet; als eine Bildung, deren Entwickelung gleichzeitig mit Eruptionen porphyrischer Gesteine, oder doch gleichzeitig mit solchen Ereignissen Statt fand, wie sie dergleichen Eruptionen entweder vorauszugehen oder nachzufolgen pflegen.

Die für die meisten Gesteine des Rothliegenden so charakteristische Färbung durch Eisenoxyd ist schon lange als eine bedeutsame Erscheinung erkannt worden. Heim hob es hervor, dass dieses Eisenoxyd eine grosse Rolle bei der Bildung des Rothliegenden gespielt habe, indem es schon in den Conglomeraten, noch mehr in den Sandsteinen, am meisten aber in den thonigen Gesteinen desselben als Pigment vorhanden sei. Geol. Beschreib. des Thür. Waldes, II, 5, 1806, S. 58. Hoffmann führte diese vorherrschende rothe Farbe als eine der charakteristischen Eigenthümlichkeiten der ganzen Bildung auf, und Sedgwick erkannte dasselbe für das Rothliegende Englands. Dass dieser eisenoxydreiche Schlich, welcher namentlich im rothen Schieferletten (oder Röthelschiefer) seine reinste Darstellung gefunden hat, gleichfalls durch eruptive Thätigkeit geliefert worden sei, und mit der Bildung der Porphyre, vielleicht auch mit der Bildung gewisser Rotheisenerzgänge, in sehr naher Beziehung stehen dürfte, diess wurde bereits früher in der Geognostischen Beschreibung des Königreichs Sachsen, Heft II, 1838, S. 425 und 493 angedeutet. In demselben Sinne sprach sich auch Steininger aus, wenn er sagte: „bei den Porphyr-Eruptionen wurde das sehr bewegte Wasser durch rothes Eisenoxyd getrübt, welches mit dem Porphyr zum Vorscheine kam; die grössten Geschiebe wurden zunächst an den Eruptionsstellen angehäuft, während die feineren Thon-, Sand- und Eisenoxydmassen vom Wasser weiter fortgeführt und später abgesetzt wurden, und die thonigen, weichen rothen Sandsteine lieferten.“ Geogn. Beschr. des Landes zwischen der unteren Saar und dem Rheine, 1840, S. 91.

Dieser unverkennbare Causal-Zusammenhang zwischen den Porphyr-Eruptionen und dem Absatze des Rothliegenden, dieses Eingreifen der ersteren

in die Bildungsräume des letzteren, diese räumliche und zeitliche Coincidenz beider Bildungen veranlasste auch Leopold v. Buch, den Gedanken auszusprechen, es möge das Rothliegende wohl ein unmittelbares Erzeugniss der Porphyre selbst sein, indem die, ihre Eruptionen einleitenden und begleitenden gewaltsamen Bewegungen der äusseren Erdkruste bedeutende Massen von Gesteinsschutt lieferten, welche, zum grossen Theile aus porphyrischem Materiale bestehend, vom Wasser bearbeitet und in Schichten ausgebreitet wurden. Leonhards Min. Taschenb. 1824, S. 312. Und in der That ist das Rothliegende in vielen Gegenden seines Vorkommens als eine amphotere, als eine eruptiv-sedimentäre oder neptunoplutonische Bildung charakterisirt, zu welcher die Porphyre theils mittelbar, theils unmittelbar das Ihrige beigetragen haben; ja, die Einlagerungen von Porphyren und Melaphyren gehören zu den so gewöhnlichen Erscheinungen, dass Carl v. Raumer diese Gesteine geradezu als wesentliche Glieder des Rothliegenden betrachtete. Das Gebirge in Niederschlesien, 1819, S. 88 und 101. Können wir nun auch die eigentlichen Porphyre und Melaphyre, selbst da, wo sie als weit ausgebreitete Decken dem Rothliegenden eingeschaltet sind, nur als fremdartige Eindringlinge betrachten, so müssen wir doch diese Ansicht v. Raumers für die Thonsteine, Porphyrpsammite und Porphyrconglomerate gelten lassen, welche sich als amphotere Gesteine an dem Schichtenbaue der sedimentären Formation betheiligt haben.

Bei dieser unverkennbaren Abhängigkeit, welche das Rothliegende Teutschlands in so manchen Gegenden seines Vorkommens von der Mitwirkung der Porphyr-Eruptionen zeigt, werden wir auch in seinem Bereiche viele Gesteine erwarten können, welche ihr hauptsächliches Material von den Porphyren bezogen haben.

Unter den klastischen Gesteinen des Rothliegenden erlangen die Psephite eine besondere Wichtigkeit, welche gewöhnlich als polygene Conglomerate, bisweilen aber als reine Porphyrbreccien und Porphyrconglomerate ausgebildet sind. An sie schliessen sich die Sandsteine und Porphyrpsammite an, welche durch eine fortwährende Verfeinerung ihres Kornes, oder auch durch ein allmäliges Ueberhandnehmen ihres Bindemittels in Schieferletten und Schieferthon übergehen, mit denen wiederum die Thonsteine oder Felsittuffe sehr nahe verwandt sind. — Von krystallinischen Haloidgesteinen sind Kalkstein und Dolomit zu erwähnen, welche jedoch, eben so wie Steinkohle und Brandschiefer, nur sehr untergeordnete Lager bilden. — Auch die Erzführung des Rothliegenden ist im Allgemeinen als eine sehr unbedeutende zu bezeichnen.

§. 367. *Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten, Schieferthone.*

Die psephitischen Gesteine des Rothliegenden erscheinen meist als Conglomerate, bisweilen als Breccien, und zwar gewöhnlich

als polygene, seltener als monogene Conglomerate, bald grossstückig, bald kleinstückig, mit hartem, sandsteinähnlichem, bisweilen quarzigem, oder mit weichem, thonigem und thonigsandigem, selten mit kalkigem Bindemittel. Die Fragmente sind in der Regel mehr oder weniger abgerundet, also Geschiebe und Gerölle, zeigen zwar alle mögliche Dimensionen, sind jedoch am häufigsten kopfgross bis nussgross, und stammen gewöhnlich aus den benachbarten, nur selten aus sehr entfernten Gegenden. Sie können aus allen möglichen älteren Gesteinen bestehen, daher man Bruchstücke und Geschiebe von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke, Quarzit, Kieselschiefer, Grünstein und von mancherlei Porphyren findet*). Alle diese Geschiebe zeigen oftmals einen ganz dünnen Ueberzug von Rotheisenoxyd, welcher sie wie ein Hauch bedeckt; doch kommen auch Quarzgerölle mit sehr glatter und reiner, oder mit geätzter Oberfläche vor.

Die Festigkeit dieser Conglomerate ist sehr verschieden nach Maassgabe ihres Bindemittels; einige sind sehr fest und schwer zerstörbar, weshalb sie in schroffen Felsen aufragen können; andere sind weich, und unterliegen weit leichter den Angriffen der Erosion; noch andere erscheinen als fast lose und schüttige Gesteine. Die Farbe ist vorwaltend röthlichgrau und roth; doch kommen auch graue, weisse, grünliche, und anders gefärbte Varietäten vor; auch pflegt die rothe Farbe nur in denjenigen Conglomeraten recht intensiv zu sein, deren Bindemittel vorwaltend aus rothem Thone oder sandigem Schieferletten besteht. Die Schichtung ist in der Regel deutlich, obwohl die Schichten bisweilen sehr mächtig, und gewöhnlich um so mächtiger sind, je grobstückiger das Gestein ist; dabei wechseln meistentheils Schichten von gröberem und feinerem Conglomerate, oder auch Conglomeratschichten mit Schichten von Sandstein und Schieferletten ab, wie denn überhaupt ein häufiger und rascher Wechsel in der Grösse des Kornes für die klastischen Gesteine des Rothliegenden oftmals recht bezeichnend ist. Orga-

*) Von den Conglomeraten des Rothliegenden gilt insbesondere die Bemerkung von Heim: „Das Material des Todtliegenden besteht aus den Trümmern einer zerstörten Erdoberfläche; es eröffnet uns, wie Leopold v. Buch sagt, ein ganzes Museum der Vorwelt. In der That, wenn alle primitiven Gebirgsarten von der Oberfläche der Erde verschwinden und nur die Trümmer des Todtliegenden zurückbleiben sollten, so würde sich die Beschaffenheit jener Gebirgsarten noch immer aus dem Todtliegenden, wie der Inhalt verlorener Schriften des Alterthums aus den von anderen Auctoren aufbehaltenen Fragmenten derselben, erkennen lassen." Heim, a. a. O. S. 21 und 22.

nische Ueberreste finden sich sehr selten in den Conglomeraten, und bestehen lediglich in verkieselten Dendrolithen.

Eine merkwürdige Varietät von Conglomerat ist das von v. Veltheim so genannte Hornquarzconglomerat in den Umgebungen des Harzes. Dasselbe besteht aus fast kugelrunden, 3 bis 12 Zoll starken Geröllen eines grauen körnigen Quarzites, welche, in grosser Menge angehäuft, mächtige Schichten und Schichtensysteme bilden. Da nirgends weder am Harze noch anderswo ein ähnliches Quarzgestein anstehend bekannt, auch die sehr regelmässige sphärische Gestalt der Gerölle etwas auffallend ist, so vermuthete v. Veltheim, dass diese Sphäroide ursprünglich an Ort und Stelle gebildete Concretionen seien, was jedoch von Hoffmann wohl mit Recht bezweifelt wird. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, S. 592, und Karstens Archiv, 1829, S. 131. Die sehr festen und unzerstörbaren Conglomerate besitzen ein kieseliges oder quarziges Bindemittel, und liefern, eben so wie die verkieselten Dendrolithen und die bisweilen vorkommenden hornstein- oder jaspisähnlichen Schichten, den Beweis, dass bei der Bildung des Rothliegenden oft viel aufgelöste Kieselerde mit im Spiele gewesen sein muss. Sehr lockere, kleinstückige Conglomerate bilden z. B. im Erzgebirgischen Bassin die mittlere Etage, und fast ganz lose Gerölle von Gneiss und Porphyr im Döhlener Bassin die obere Etage des Rothliegenden. — Dass ausser den herrschenden röthlichgrauen und rothen Farben auch andere vorkommen, diess beweisen z. B. die Conglomerate der Gegend von Vilbel und Bieber, welche nach Klipstein grau, manche Conglomerate des Thüringer Waldes, welche grau oder schmutzig grün sind, und die grauen oder weissen Conglomerate, welche bei Zwickau und Würschnitz in Sachsen die unterste Etage des Rothliegenden constituiren.

Dass die Geschiebe in den Conglomeraten des Rothliegenden gewöhnlich von denen in der Nähe oder doch nicht in zu grosser Entfernung anstehenden Gesteinen abstammen, diess ist eine vielfältig bestätigte Erfahrung; so nach Heim und Hoffmann am Thüringer Walde, wo daher in verschiedenen Regionen die Geschiebe sehr verschiedene sind; nach Klipstein in der Wetterau und am Odenwalde, in welchem das Rothliegende „als ein wahres Repertorium für das benachbarte ältere Gebirge gelten kann;“ nach Leopold v. Buch, Zobel und v. Carnall in Schlesien; und eben so verhält es sich in Sachsen, sowohl im Erzgebirgischen als im Döhlener Bassin. Doch kommen auch Beispiele vom Gegentheil vor; wie denn nach v. Veltheim und Hoffmann am Harze die Geschiebe des Rothliegenden nicht aus dem zunächst anstehenden älteren Gebirge stammen, sondern den Felsarten des Fichtelgebirges und Frankenwaldes entnommen zu sein scheinen; denn die Granite, Grünsteine und Grauwacken des Harzes sollen in ihnen kaum irgendwo bestimmt wieder zu erkennen sein.

Die Sandsteine des Rothliegenden entwickeln sich aus den kleinkörnigen Breccien desselben durch fortwährende Verfeinerung des Kornes. Sie sind meist eckigkörnig, selten rundkörnig, bisweilen krystallinisch mit deutlich erkennbaren Quarzkrystallen, gewöhnlich reich an Feldspath- oder Kaolinkörnern, daher nicht selten arkosähnlich, oder

reich an Glimmerschuppen, daher zuweilen in Sandsteinschiefer verlaufend, bestehen aber doch vorwaltend aus Körnern von Quarz, Hornstein und Kieselschiefer. Ihr Bindemittel ist gewöhnlich thonig, und dann meist roth, oder grünlichgrau bis berggrün; oder es ist kaolinartig, und dann weiss oder lichtgelb; bisweilen ist es kieselig, selten kalkig oder dolomitisch. Der Sandstein selbst erscheint daher entweder als ein weiches thoniges, oder als ein hartes scharfkörniges (als Mühlstein brauchbares) Gestein; selten kommt ganz lockerer, ungebundener Sand vor. Die Grösse des Kornes ist sehr verschieden, von grosskörnig bis feinkörnig, unterliegt aber häufigen und raschen Wechseln, und hält nur selten gleichmässig aus von einer Schicht zur anderen, schwankt sogar oft in einer und derselben Schicht, indem bald conglomeratartige bald schieferlettenartige Schweife und Lagen mitten innerhalb der Sandsteinmasse auftreten. Discordante Parallelstructur ist auch in den Sandsteinen des Rothliegenden eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung. Die Schichten sind mehr oder weniger mächtig, sehr deutlich ausgesprochen, und zuweilen so schmal, dass sie sehr schöne Steinplatten liefern (Waldplatten am Thüringer Walde). Die herrschende rothe und röthlichbraune Farbe wird oft stellenweise durch grünlichweisse, grünlichgraue bis berggrüne Lagen, Streifen und Flecke unterbrochen, auch kommen ganze Schichten und Schichtensysteme von weissen, gelben und licht grauen Farben vor.

Von accessorischen Bestandmassen sind in den Sandsteinen des Rothliegenden besonders Nieren und Concretionen von Dolomit oder Kalkstein, von Jaspis, Hornstein, Brauneisenerz und Rotheisenerz zu erwähnen; eine Erzführung pflegt ausserdem nur in den obersten, unmittelbar unter dem Kupferschiefer liegenden Schichten des sogenannten Grau- und Weissliegenden Statt zu finden, welche hier und da ziemlich reich an Kupfererzen, Bitumen und anderen Accessorien sind, und die sogenannten Sanderze liefern, welche bei Sangerhausen und stellenweise auch im Mansfeldischen und anderwärts abgebaut werden. In den permischen Sandsteinen Russlands und Nordamerikas spielen Kupfererze eine sehr wichtige Rolle.

Der eckigkörnige Sandstein v. Veltheims ist ein Aggregat krystallinischer Quarzkörner, und bald feinkörnig bald grobkörnig; der feinkörnige erscheint unter anderen in den Schluchten südöstlich von Mansfeld mit vollkommen ausgebildeten Quarzkryställchen, umschliesst auch Lagen von splittrigem Hornstein; in den grobkörnigen Varietäten treten sehr häufig grössere Quarzkörner, zuweilen wahre Bergkrystalle, mit glatten Flächen und scharfen Kanten auf. Auch der rothe Sandstein von Friedland in Schlesien ist nach v. Raumer ganz erfüllt mit hexagonalen Quarzpyramiden. Dagegen ist der rundkörnige Sandstein v. Veltheims ausgezeichnet durch die

Abrundung und gleiche Grösse seiner hornsteinartigen Körner; ja er gewinnt zuweilen fast ein rogensteinähnliches Ansehen, oder lässt seine Körner wie Perlenschnüre in dem Bindemittel hervortreten; dergleichen Varietäten kommen nach Freiesleben auch an einigen Punkten bei Eisleben vor. — Die arkosähnlichen Sandsteine bestehen gewöhnlich aus Körnern von durchsichtigem Quarz und Feldspath oder Kaolin, sparsamen Glimmerblättchen und wenigem Bindemittel; sie sind scharfkörnig und liefern z. B. bei Siebigkerode und Rothenburg treffliche Mühlsteine und Werkstücke. Zu ihnen gehören auch die von Warmholz unter dem Namen Feldspathsandstein aufgeführten Gesteine aus dem Rothliegenden an der Südseite des Hunsrücks, und die Sandsteine von Lindenau, Voigtsdorf und Trautliebersdorf in Schlesien, deren reichlichen Gehalt an frischen Feldspathkörnern v. Raumer hervorhebt. — Sandstein mit kalkigem Bindemittel findet sich z. B. sehr ausgezeichnet nach Reuss an der Südseite des Zampacher Berges, im Königgrätzer Kreise in Böhmen; das ziemlich feinkörnige, bald ziegelrothe, bald graulichweisse Gestein hat ein krystallinisches Cäment von Kalkspath, welches ihm nach verschiedenen Richtungen ein eigenthümliches Schillern verleiht. Neues Jahrb. f. Min. 1844, S. 7. Sehr lockerer Sandstein, ja sogar rother Triebsand, kommt nach Freiesleben in Thüringen hier und da, wie z. B. bei Walkenried vor; in England ist er häufig. — Weisse, hellgraue und lichtgelbe Sandsteine von bedeutender Mächtigkeit finden sich z. B. in der unteren Etage des Rothliegenden bei Rochlitz (im Mordgrunde), und bei Salhausen und Limbach unweit Oschatz in Sachsen; am Thüringer Walde besitzen dergleichen graue Sandsteine nach Heim oft eine täuschende Aehnlichkeit mit körniger Grauwacke.

Der mit Conglomerat und rothem Schieferletten wechselnde ziegelrothe Sandstein in der Berneck am Schwarzwalde enthält nach v. Alberti Schweife, Lagen und Nester von körnigem, splittrigem oder erdigem gelblichbraunem Dolomit, in welchem Jaspis und Baryt derb und eingesprengt vorkommen*). Der kalkige Sandstein von Zampach im Königgrätzer Kreise enthält nach Reuss viele Nester und Knollen eines dichten braunen, und der ähnliche Sandstein von Böhmisch-Ribnay zahlreiche Knollen eines grauen und weissen Kalksteins, welche sich mitunter zu förmlichen Schichten an einander reihen. Im Sandsteine von Langwaltersdorf und Gerbersdorf in Niederschlesien finden sich nach Zobel und v. Carnall faustgrosse Kugeln von mergeligem Kalkstein. — Am östlichen Rande des Kiffhäuser in Thüringen, bei Uthersleben, kommen im Sandsteine kugelige Concretionen von dichtem Rotheisenerz vor, welche mit Glimmer überzogen sind, und von den Schichtungsfugen durchsetzt werden. Nach Freiesleben finden sich auch am Kiffhäuser Nester von schuppigem Eisenrahm, bei Siebigkerode aber Knollen und rundliche Partieen von Rotheisenstein.

Der Schieferletten (I, 700) oder Röthelschiefer, wie ihn Gümbel nennt, ist ein für das Rothliegende ganz besonders bezeichnendes Gestein. Derselbe erscheint gewöhnlich als ein blut- bis bräunlich-

*) Auch in den Vogesen hält der rothe Sandstein bei der Kirche von Belmont Adern von Dolomit.

rother, sehr eisenoxydreicher Schieferthon, welcher im trocknen Zustande mager und bröcklich, im feuchten Zustande sehr fett und zäh ist. Ausser den herrschenden rothen Farben kommen auch noch grünlichweisse, licht grünlichgraue und berggrüne Farben vor, welche besonders häufig runde Flecke mitten im rothen Grunde, bisweilen auch lagenweise Streifen oder scharf abschneidende Säume an den Klüften des Gesteins bilden. Der Schieferletten ist sehr vollkommen und dünn geschichtet, und geht durch Zurücktreten der feinsandigen Theile und der Glimmerschuppen einerseits in reinen rothen Letten, anderseits in Thonstein über. Er ist dasselbe Material, welches das vorwaltende Pigment und Cäment der Sandsteine und Conglomerate liefert, sich unmittelbar an die sehr feinen thonigen Sandsteine anschliesst, und überhaupt diese gröberen klastischen Gesteine des Rothliegenden mit den Thonsteinen in Verbindung bringt. Nicht selten enthält er ziemlich viel kohlensauren Kalk, was sich durch ein mehr oder weniger lebhaftes Aufbrausen mit Säuren zu erkennen giebt, und bisweilen eine mergelige Beschaffenheit des Gesteins bedingt. Auch ist es besonders dieser Schieferletten, in welchem die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteinlager vorzukommen pflegen.

Die eigentliche Substanz des Schieferlettens scheint wesentlich ein durch Eisenoxyd gefärbter Thonsteinschlich zu sein, welchem sehr feine Sandkörner und Glimmerschüppchen beigemengt sind. Die hiernach Statt findende innige Verwandtschaft zwischen dem Schieferletten und den dünnschichtigen Thonsteinen macht es auch erklärlich, warum die mehr verhärteten Varietäten desselben so häufig selbst unter dem Namen Thonstein aufgeführt werden. Indessen scheint es zweckmässig, dieses, doch immer noch mehr thonartige, im Wasser zäh und plastisch werdende Gestein mit einem besonderen Namen zu belegen, wozu sich das von Hoffmann gebrauchte Wort Schieferletten, oder auch der von Gümbel vorgeschlagene Name Röthelschiefer eignen dürfte.

Wie bisweilen weisse, graue und gelbliche Sandsteine, so erscheinen auch hier und da im Gebiete des Rothliegenden graue Schieferthone, welche sich wenig oder gar nicht von den Schieferthonen der Steinkohlenformation unterscheiden. Da sie nicht selten verkohlte Pflanzenreste, zuweilen auch wohl unbedeutende Kohlenflötze umschliessen, und gewöhnlich von grauen Sandsteinen begleitet werden, so zeigen die betreffenden Schichtensysteme eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit solchen der eigentlichen Steinkohlenformation.

Bei Salhausen unweit Oschatz besteht die unterste Etage des Rothliegenden in einer Mächtigkeit von vielen hundert Fuss aus grauen, sehr feinen und compacten, an der Luft zerbröckelnden Schieferthonen, welche oft reich an verkohlten Pflanzentheilen sind. Auch bei Stenn, westlich von Zwickau, bilden hellgraue Schieferthone und gleichfarbige Sandsteine die tiefsten Schichten des Rothliegenden. Am Thüringer Walde umschliesst das Rothliegende

oberhalb Finsterberge und bei Tambach untergeordnete Lager von schwarzem Schieferthon, und einige der Kalksteinlager im Rothliegenden Niederschlesiens werden nach v. Carnall von wahren grauen Schieferthonen begleitet.

§. 368. *Porphyrpsephite, Porphyrpsammite und Thonsteine.*

Da die Porphyre und Melaphyre vielfältig in die Bildungsräume des Rothliegenden eingegriffen haben, während dasselbe noch in seiner Entwickelung begriffen war, so werden sie gleichfalls mancherlei Material zu diesem Gliede der permischen Formation geliefert haben. Dahin gehören besonders die Porphyr-Breccien und Conglomerate, die Porphyrpsammite und die Thonsteine oder Felsittuffe.

Die Porphyrbreccien, welche auch bisweilen unter dem Namen der Trümmerporphyre aufgeführt werden, bestehen in ihrer einfachsten Form aus eckigen Fragmenten einer und derselben Porphyr-Varietät, welche durch ein, aus gleichartiger Masse bestehendes Cäment zu einem sehr festen Gesteine verbunden sind, dessen klastische Natur man oft erst bei der beginnenden Verwitterung recht deutlich zu erkennen vermag. Dergleichen monogene Breccien sind gewöhnlich gar nicht oder sehr undeutlich geschichtet, stehen meist nach gewissen Richtungen hin mit stetig ausgedehnten Porphyr-Ablagerungen derselben Art in einem unmittelbaren Zusammenhange, und lassen sich nur als zertrümmerte und, durch eingedrungene Porphyrmasse wiederum verkittete Theile, als Ausläufer oder Umhüllungen dieser Ablagerungen betrachten, von welchen sie eigentlich gar nicht getrennt werden können. Sie sind eruptive Reibungsbreccien, entstanden durch die Contusion und Zerstückelung bereits erstarrter Porphyrmasse, und durch Einwickelung der so gebildeten Fragmente in noch zähflüssige Masse, in aller Hinsicht vergleichbar jenen trachytischen Breccien, wie sie am Cantal und in anderen Gegenden vorkommen (I, 709). Auf ähnliche Weise sind auch diejenigen Porphyrbreccien zu beurtheilen, in welchen die Fragmente und der sie umschliessende Taig zweien verschiedenen Porphyr-Arten angehören; auch sie dürften noch den eruptiven Gebilden beizurechnen sein.

Allein an diese Breccien schliessen sich andere Gesteine an, in welchen gleichartige oder verschiedenartige, oft mehr oder weniger zu Geschieben und selbst zu Geröllen abgerundete Porphyr- und Thonsteinfragmente durch feineren Porphyrschutt, durch Thonstein, oder durch sandigen Schieferletten verbunden sind, während sich zugleich eine sehr deutliche und regelmässige Schichtung zu erkennen giebt. Solche

Porphyrbreccien und Porphyrconglomerate, welche schon ganz entschieden den Charakter sedimentärer Bildungen an sich tragen, kommen in einigen Territorien des Rothliegenden sehr ausgezeichnet vor, theils als monogene, theils als polygene Conglomerate, indem es oft verschiedene Porphyre und Thonsteine sind, welche die Fragmente geliefert haben, oder indem sich den Porphyrgeschieben auch mehr oder weniger zahlreiche Fragmente anderer Gesteine beigesellten, weshalb denn diese geschichteten Porphyrbreccien bisweilen ein sehr buntscheckiges Ansehen gewinnen.

Aus den Breccien dieser Art entwickeln sich nun, durch immer zunehmende Verkleinerung der Fragmente, die Porphyrpsammite, meist von rothen oder blaulichen, gelben oder grünlichen Farben, und durch das Vorwalten des porphyrischen oder felsitischen Schuttes, durch die Seltenheit des Quarzsandes von den gewöhnlichen rothen oder buntfarbigen Sandsteinen leicht zu unterscheiden.

Die ganz feinen und homogenen Schliche porphyrischer und felsitischer Gesteine sind es endlich, welche die Felsittuffe oder Thonsteine geliefert haben, deren Schilderung im ersten Bande S. 707 gegeben worden ist, und welche namentlich in vielen Territorien des Rothliegenden eine sehr wichtige Rolle spielen. Es scheint, dass viele dieser Thonsteine als schlammartige Massen aus dem Innern der Erde ausgestossen, und dann vom Wasser bearbeitet und in Schichten ausgebreitet worden sind, während andere ihr Material durch die an der Erdoberfläche bewirkte Zerreibung und Zersetzung porphyrischer Gesteine erhalten haben mögen. Sie sind übrigens diejenigen Gesteine des Rothliegenden, in welchen besonders häufig Pflanzenreste gefunden werden, die wohl in allen Fällen nur als eingeschwemmte Pflanzentheile zu betrachten sind.

Da sich diese Pflanzenreste, sofern sie Stammtheile sind, fast immer im verkieselten Zustande befinden, da die Thonsteine selbst bisweilen sehr hart und mit Kieselerde imprägnirt oder mit Quarzkörnern versehen sind, da sie, eben so wie die geschichteten Porphyrbreccien, nicht selten Nester und Trümer von Hornstein, Chalcedon, Achat, oder auch (wie bei Mutzschen in Sachsen) Geoden mit Achat und Quarzkrystallen umschliessen, so ist wohl anzunehmen, dass die Gewässer, von welchen das Material aller dieser Gesteine zusammengeschwemmt wurde, mehr oder weniger Kieselerde aufgelöst enthielten, durch welche jene Verkieselungen und diese Bildungen kieseliger Mineralien bewirkt worden sind.

§. 369. *Kalkstein*, *Dolomit*, *Brandschiefer*, *Steinkohle und Erze.*

Das Rothliegende Teutschlands beherbergt nicht selten ziemlich ausgedehnte, wenn auch nicht gerade sehr mächtige Lager von Kalkstein,

welche zuweilen eine dolomitähnliche Beschaffenheit besitzen; es ist ferner in vielen Gegenden, zumal in seinen obersten Schichten, als eine erzführende Formation ausgebildet, und es umschliesst endlich hier und da in seinen tiefsten Etagen untergeordnete Schichtensysteme mit Flötzen von Brandschiefer oder auch von Steinkohle.

Die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteine sind meist dicht, grau, besonders röthlichgrau oder roth, dünnschichtig und gewöhnlich ganz frei von organischen Ueberresten. Sie bilden theils stetig fortsetzende Lager, theils nur lagerartig ausgedehnte Systeme von Nieren. Andere Kalksteine sind dunkelgrau bis schwarz, dickschieferig und reich an Bitumen, erscheinen daher als bituminöse Mergelschiefer, enthalten nicht selten Pflanzenabdrücke oder Ueberreste von Fischen, bisweilen auch Kupfererze oder andere Erze, und besitzen dann eine grosse Aehnlichkeit mit dem Kupferschiefer der Zechsteinformation. Manche dieser Kalksteine sind so reich an kohlensaurer Magnesia, dass sie als Dolomite bezeichnet werden können.

Das Rothliegende des Erzgebirgischen Bassins enthält bei Rottluff unweit Chemnitz, so wie zwischen Zwickau und Reinsdorf unbedeutende Lager eines dichten Kalksteins, in Langenbernsdorf aber, auf dem linken Ufer der Mulde, ein Dolomitlager. — In der Nähe des Harzes umschliesst nach Hoffmann die mittlere, aus Schieferletten und Thonstein bestehende Gruppe des Rothliegenden kleine, 3 bis 5 F. mächtige Kalksteinlager, oder auch lagerartig gruppirte linsenförmige Kalkstein-Nieren. Dieser Kalkstein ist theils blaulichgrau, theils roth, sehr fest, dicht bis feinkörnig, oft dolomitisch, auch mergelig oder stinksteinähnlich, und besonders schön bei Dobitz und bei Rothenburg an der Saale zu beobachten. Freiesleben giebt auch im Mansfeldischen, wie z. B. bei Vatterode und Wimmelrode, Schichten eines dichten, grünlich- und röthlichgrauen oder röthlichbraunen, sehr festen, feinsplittrigen Kalksteins an, welche nach Plümicke (Karstens und v. Dechens Archiv, 18, 1845, S. 145) dort gleichfalls der mittleren Etage des Rothliegenden angehören.

Besonders im Königgrätzer Kreise in Böhmen und in dem angränzenden Schlesien sind mehre Kalksteinlager des Rothliegenden schon länger bekannt, weil sie z. Th. Ueberreste von Pflanzen und Fischen enthalten; sie treten vorzüglich in zwei Zügen auf, deren einer von Wünschelburg über Braunau nach Friedland, der andere von Nachod über Eipel und Trautenau bis gegen Schömberg verläuft. Bei Ruppersdorf und Hauptmannsdorf (nordwestlich unweit Braunau in Böhmen) ist der Kalkstein röthlichgrau, dünnplattenförmig und mit Fischabdrücken versehen, enthält auch Knollen von Hornstein; bei Ottendorf (südöstlich von Braunau) dagegen ist er schwärzlichgrau und rauchgrau, geht in graulichschwarzen Schieferthon mit *Neuropteris conferta*, Lycopoditen und anderen Pflanzenresten über, und enthält bisweilen gleichfalls schöne, schwarze, glänzende Abdrücke von *Palaeoniscus*. Bei Saugwitz unweit Eipel findet sich nicht nur ein röthlichgrauer, mit vielen Quarzkörnern erfüllter Kalkstein, sondern auch bräunlichschwarzer, bituminöser

Mergelschiefer, welcher Kupferkies und Bleiglanz, auch schmale Trümer und rundliche Partieen von Erdpech, Fischabdrücke und Pflanzenreste enthält. Dagegen besteht der, über 3 Meilen lange Kalksteinzug, welcher von Wernersdorf über Wünschelburg nach Seifersdorf läuft, aus dichtem, röthlichgrauen Kalkstein ohne Fossilien.

Bei Albendorf (unweit Schömberg in Schlesien) liegen zwei, 7 bis 10 F. mächtige Lager eines harten körnigen Dolomites im rothen Sandsteine; eben so ist das, bis 3 und 4 Lachter mächtige und auf 800 Lachter entblöste Lager von Trautliebersdorf ein sehr dolomitischer Kalkstein, reich an Kalkspathdrusen und grauen Hornstein-Nieren. Bituminöse Mergelschiefer mit Koprolithen und Fischresten kommen nach Girard auch bei Hohenelbe im Bidschower Kreise vor, und noch im südlichsten Theile des Königgrätzer Kreises, bei Zampach, enthält das Rothliegende nach Reuss viele Schichten eines dichten, röthlichbraunen, dunkelgrau gefleckten Kalksteins, welcher reich an Adern und Drusen von Kalkspath ist.

Brandschiefer von recht ausgezeichneter Beschaffenheit ist in der unteren Etage des Rothliegenden mehrorts bekannt; er wird gewöhnlich von grauen Schieferthonen und Sandsteinen begleitet, und bildet bald schmale, bald recht mächtige Flötze, welche wegen ihrer organischen Ueberreste, so wie wegen der Brennbarkeit und des Oelgehaltes und Phosphorsäuregehaltes ihres Materiales mehr Aufmerksamkeit verdienen, als ihnen gewöhnlich zu Theil wird.

So hat man bei Salhausen, unweit Oschatz in Sachsen, in der dortigen unteren Etage des Rothliegenden 6 bis 7 Brandschieferflötze kennen gelernt, von denen das bedeutendste 18 Fuss mächtig ist; in diesem Brandschiefer kommen Ueberreste von Fischen, Koprolithen und eine, der *Posidonomya minuta* an Gestalt und Grösse sehr nahe kommende *Cypris* vor, welche letztere oft in ganz ausserordentlicher Menge angehäuft ist. Die Fische sind nach Beyrich *Xenacanthus Decheni*, *Holacanthodes gracilis* und ein *Amblypterus*; die Koprolithen, in denen sich bisweilen Fischschuppen finden, mögen wohl von einem Saurier abstammen. Ausserdem kommen selten Pflanzenabdrücke vor, welche gewöhnlich nicht schwarz, sondern aschgrau erscheinen, und ganz entschieden von Landpflanzen abstammen. Nach Beyrich kommen in Böhmen, zwischen Trautenau und Hohenelbe, ähnliche Brandschiefer mit denselben Fischen vor. Berichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissensch. 1845, S. 25 f. Bei Oslawan in Mähren wird nach v. Hauer die Steinkohlenformation von rothem Sandsteine bedeckt, welcher dem Rothliegenden angehört und drei Brandschieferflötze umschliesst. Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. 1850, S. 160.

Ob die fischreichen Brandschiefer von Autun und Muse in Frankreich, welche den Oschatzer Schiefern ganz ähnlich zu sein scheinen, und in denen Michelin gleichfalls die posidonomya-ähnlichen Schalen fand, welche von d'Orbigny und Landriot für Cypris erklärt worden sind (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *VI*, 90 und *VII*, 33) der carbonischen oder der permischen Formation zuzurechnen sind, diess ist in neuerer Zeit wieder ein Gegenstand der Discussion geworden, obgleich sich die *société géologique* früher ganz ent-

schieden dahin erklärt hatte, dass sie solche als ein Glied der Steinkohlenformation anerkenne. Auch die von Bronn aus dem Murgthale beschriebenen schwarzen Schiefer (Neues Jahrbuch, 1850, S. 577) mögen wohl noch dem Rothliegenden angehören; sie enthalten die an *Posidonomya* erinnernden Schalen in solcher Menge, dass die Spaltungsflächen oft ganz bedeckt davon sind, gerade wie diess mit dem Oschatzer Brandschiefer der Fall ist.

Steinkohlen sind aus dem Bereiche des Rothliegenden keinesweges gänzlich ausgeschlossen, obwohl sie niemals die Bedeutung und Wichtigkeit erlangen dürften, wie in der carbonischen Formation. Die unteren Etagen des teutschen Rothliegenden umschliessen nicht selten kleine Schichtensysteme von grauem Sandstein, Schieferthon und Kohlenflötzen, welche sich nur durch ihre entschiedene Einlagerung im Rothliegenden und durch den specifischen Charakter ihrer Pflanzenreste von den ähnlichen Gesteinen der eigentlichen Steinkohlenformation unterscheiden lassen.

Dergleichen unbedeutende kohlenführende Einlagerungen kennt man z. B. in Sachsen bei Hilbersdorf unweit Chemnitz, wo ein fast fussmächtiges Kohlenflötz, und bei Mutzscherode, unweit Wechselburg, wo eine noch schwächere Kohlenlage gefunden worden ist. Am Thüringer Walde, und vielleicht auch in den Umgebungen des Harzes mögen mehrorts ähnliche Einlagerungen vorkommen, die jedoch nach Credner mit der eigentlichen Steinkohlenformation nicht verwechselt werden dürfen, „welche am Thüringer Walde vom Rothliegenden getrennt und als eine selbständige untere Gruppe unter demselben angeführt werden muss." Uebers. der geogn. Verhältnisse Thüringens und des Harzes, 1843, S. 71. — Dass übrigens die Sandsteine der permischen Formation auch in anderen Ländern Steinkohlenflötze beherbergen, dafür liefern die Gegend von Bielebéi im Gouvernement Orenburg, und noch auffallender die Gegenden von Litry und Plessis in Frankreich Belege, indem Austen es sehr wahrscheinlich gemacht hat, dass diese beiden französischen Kohlenbassins nicht der carbonischen, sondern der permischen Formation angehören; (*Quart. Journ. of the geol. soc. II*, 1846, 1 f.). Al. Brongniart hatte dieselbe Ansicht schon vor längerer Zeit ausgesprochen; (die Gebirgsformationen der Erdrinde, übers. von Kleinschrod, 1830, S. 274). Auch die Kohlenausstriche, welche in England zwischen Aukerdine und den Ridgehills (der südlichen Fortsetzung der Abberley-Hills) unter den Conglomeraten des Rothliegenden hervortreten, scheinen, nach der von Phillips gegebenen Beschreibung, der permischen Formation anzugehören. *Memoirs of the geol. survey of Great Brit. vol II, p. I*, 1848, *p.* 150.

Die Erzführung des Rothliegenden besteht vorzugsweise in Kupfererzen, und es ist eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, dass gerade die permische Formation in so vielen Gegenden ihres Vorkommens mit derartigen Erzen gesegnet ist. In Teutschland sind sie zwar hauptsächlich an die untersten Schichten der Zechsteinbildung gewiesen; allein auch die obersten Schichten des Rothliegenden, als die unmittelbaren

Träger des Zechsteins, sind häufig mit Kupfererzen imprägnirt, dabei ihrer rothen Farbe beraubt, nicht selten bituminös und überhaupt als sogenanntes Weissliegendes oder Grauliegendes ausgebildet. Diess beweist wohl, dass sich die durch Mineralquellen gelieferten Kupfersolutionen, aus welchen diese Erze gebildet wurden, besonders nach der Vollendung des Rothliegenden, auf dem Grunde derjenigen Meeres-Regionen ausbreiteten, in denen die Zechsteinbildung zur Entwickelung gelangte. Indessen sind auch in den tieferen Schichten des Rothliegenden Kupfererze bekannt, wie z. B. bei Zwickau in Sachsen gediegenes Kupfer in einer Thonsteinschicht der unteren Etage, und in den bituminösen Mergelschiefern von Hermannsseifen, Eipel und Saugwitz in Böhmen. — Eine ganz besondere Wichtigkeit erlangen die Kupfererze in den Sandsteinen der permischen Formation Russlands und Nordamerikas.

Da das Eisenoxyd als Pigment in den meisten Gesteinen des Rothliegenden vorhanden ist, so lässt sich auch erwarten, dass selbiges hier und da in selbständigen Ablagerungen auftreten wird; und in der That sind kleine Lager oder Stöcke von Rotheisenerz und Röthel bereits in mehren Gegenden Teutschlands nachgewiesen worden.

Das Weissliegende und Grauliegende, diese obersten und oft fast allein vorhandenen Schichten des Rothliegenden, welche Freiesleben mit der Zechsteinbildung vereinigen zu müssen glaubte, während sie Voigt ganz richtig nur als die letzten Glieder und, sofern sie erzführend sind, als die metallhaltende Oberfläche des Rothliegenden betrachtete, womit auch v. Veltheim, Hoffmann, Plümicke u. A. übereinstimmen: dieses Weissliegende ist in manchen Gegenden von oben herein bis mehre Zoll tief mit Erzen durchdrungen, und bildet dann die sogenannten Sanderze. Vorwaltend ist Kupferkies, welcher meist eingesprengt, selten in dünnen Lagen oder als Spiegel vorkommt; ausserdem erscheinen noch Kupferglanz, Buntkupferkies, Eisenkies, so wie bisweilen Rothnickelkies, Bleiglanz und gediegenes Kupfer; Kupferlasur und Malachit finden sich nur nahe am Ausgehenden. Diese Sanderze erlangen zumal bei Sangerhausen einige Wichtigkeit, wo sie den Hauptgegenstand des Bergbaus bilden.

Zwischen Hettstädt und Burgörner kommen nach Freiesleben in weissen Sandsteinschichten kleine Stöcke von Rotheisenerz vor, welches als dichtes und ockriges Erz, zum Theil auch als feinkörniges Glanzeisenerz und Eisenglimmer ausgebildet ist. In der unteren, wesentlich aus arkosähnlichen Sandsteinen bestehenden Etage des Rothliegenden an der Südseite des Hunsrück finden sich nach Warmholz zwischen Dautweiler und Sellbach Lager von Röthel oder Rotheisenocker, die mehre Fuss mächtig sind, aber nur selten mehre Lachter weit fortsetzen, daher eigentlich flache ellipsoidische Stöcke bilden, welche bald nahe beisammen, bald mehr vereinzelt, zuweilen auch mehrfach über einander vorkommen. Auch bei Thelei sind, wie bereits Schmidt erwähnte, Röthellager unter ähnlichen Verhältnissen gefunden worden. — In West-Somerset und Devonshire beherbergen nach De-la-Beche die

tiefsten Schichten des Rothliegenden stellenweise einen grossen Reichthum von Rotheisenerz.

§. 370. *Zusammensetzung und Gliederung des Rothliegenden.*

Bisweilen erscheint das teutsche Rothliegende nur als ein sehr unbedeutendes Schichtensystem, gleichsam nur als ein Rudiment, als ein schwacher Vertreter des einen Hauptgliedes der permischen Formation. Dann zeigt es auch gewöhnlich eine sehr einförmige Zusammensetzung aus Sandstein oder kleinkörnigem Conglomerat, welche da, wo sie von der Zechsteinbildung überlagert werden, als Grauliegendes oder Weissliegendes ausgebildet sind. Es giebt sogar bedeutende Territorien der Zechsteinbildung, in welchen das Rothliegende gänzlich vermisst wird, und die tiefsten Schichten des Zechsteins den älteren Formationen unmittelbar aufgelagert sind; was einestheils auf ein weites Uebergreifen des Zechsteins aus dem Gebiete des Rothliegenden in das Gebiet der angränzenden älteren Formationen, anderntheils auf eine gänzliche Abwesenheit des Rothliegenden schliessen lässt. Solche Vorkommnisse beweisen wenigstens, dass das Rothliegende nicht überall als ein selbständiges und bedeutsames Glied der permischen Formation zur Ausbildung gelangte.

So ist z. B. bei Stadtberg in Westphalen das Weissliegende nur stellenweise, als eine 1 bis 2 Fuss mächtige Schicht nachgewiesen worden, während dasselbe nach Buff und v. Dechen dort grösstentheils fehlt; eben so verhält es sich weiter südlich bei Thalitter. Das Gebirge in Rheinl. Westph. II, 139 und 166. Bei Bieber ist die Bildung des Rothliegenden nach v. Oeynhausen und Klipstein nur auf Grauliegendes beschränkt, welches mit einer sehr wechselnden Mächtigkeit von wenigen Fuss bis zu einigen Lachtern unter dem dortigen Zechsteine ansteht, die Vertiefungen des Glimmerschiefers ausfüllt, und sogar stellenweise gänzlich vermisst wird. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen erscheint das Rothliegende als eine nur 2 bis 20 Fuss mächtige Ablagerung unter dem Zechsteine der Gegend von Aschaffenburg. Kittel, Skizze der geogn. Verh. der Umgegend v. Aschaff. S. 42. Auch bei Gross-Camsdorf in Thüringen ist das Rothliegende nur als Grauliegendes in geringer Mächtigkeit vorhanden, während es weiter nach Osten im ganzen Neustädter Kreise bis gegen Weyda hin fehlt, weshalb dort die Zechsteinbildung dem Uebergangsgebirge unmittelbar aufliegt. Eben so wird nach Hundeshagen das Rothliegende bei Allendorf in Hessen unter dem Zechsteine gänzlich vermisst, welcher dort gleichfalls dem Thonschiefer und der Grauwacke unmittelbar aufgelagert ist. Leonhards Min. Taschenb. 1817, S. 3.

Wo aber das Rothliegende unter der Zechsteinbildung zu einer mächtigen Entwickelung gelangt ist, wie in den Umgebungen des Harzes und des Thüringer Waldes, oder wo dasselbe, in noch grösserer

Selbständigkeit, ganz allein und ausser aller Gemeinschaft mit dem zweiten Hauptgliede der permischen Formation auftritt, wie in Böhmen und im Döhlener Bassin in Sachsen, da lässt es gewöhnlich eine grössere Manchfaltigkeit der Gesteine erkennen; da sind es besonders Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten und Thonsteine, welche als die vorherrschenden Gesteine unterschieden werden können, indem sie theils gesondert in verschiedene Etagen, theils verbunden in vielfältiger Wechsellagerung auftreten. Die Kalksteine oder Dolomite, die Schieferthone, Brandschiefer und Steinkohlen sind nur als sehr untergeordnete, hier und da vorkommende und oft gänzlich fehlende Formationsglieder zu betrachten, was auch bisweilen von den Thonsteinen gilt, obgleich solche in vielen Fällen eine recht bedeutsame Rolle spielen.

Die weiteren Unterschiede in der Zusammensetzung des Rothliegenden beruhen besonders darauf, ob die Conglomerate, Breccien und Sandsteine ihr Material mehr von porphyrischen, oder von anderen Gesteinen bezogen haben, indem diess einen ziemlich verschiedenen petrographischen Habitus begründet; einen ähnlichen Einfluss übt auch der Umstand aus, ob die Conglomerate, oder die Sandsteine, oder die Schieferletten, oder, allgemeiner ausgedrückt, ob die psephitischen, die psammitischen, oder die pelitischen Gesteine sehr vorwaltend vorhanden sind. Endlich üben noch die verschiedenen eruptiven Gebilde, welche dem Rothliegenden so häufig eingeschaltet sind, also die Lager und Decken von Porphyr oder Melaphyr, einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung und Gliederung der ganzen Formations-Abtheilung aus.

Obgleich nun die verschiedenen Gesteine des Rothliegenden gar häufig innerhalb bestimmter Etagen zusammengehalten sind, so lässt sich doch kein allgemeines Gesetz ihrer Aufeinanderfolge, und folglich auch keine allgemeine Regel für die Gliederung der ganzen Bildung aufstellen. Eine bestimmte Gliederung, eine gesetzmässige Reihenfolge gewisser, petrographisch verschiedener Etagen findet für das Rothliegende nur innerhalb einzelner Bildungsräume, und keinesweges gleichmässig über grössere Landstriche Statt. So lassen sich z. B. für das Rothliegende des Erzgebirgischen Bassins, des Thüringer Waldes, der Umgebungen des Harzes gewisse Regeln nachweisen, denen im Allgemeinen die Aufeinanderfolge seiner Massen unterworfen ist; allein im Erzgebirge ist diese Folge eine andere, als am Thüringer Walde, und dort wiederum eine andere, als am Harze, so dass man die in einer Gegend erkannte Gliederung durchaus nicht ohne Weiteres auf eine andere Gegend übertragen kann.

Ueberhaupt zeigt das Rothliegende, obgleich es ungefähr zu derselben Zeit in sehr vielen Bildungsräumen zur Entwickelung gelangt ist, doch insofern den Charakter einer localen und auf einzelne Regionen beschränkten Bildung, wiefern die Beschaffenheit seiner Gesteine, die Aufeinanderfolge seiner Glieder, und die Stellung der eingeschalteten plutonischen Gesteins-Ablagerungen von einer Gegend zur anderen grösseren und geringeren Wechseln unterworfen sind.

Eine solche auffallende Gleichförmigkeit der Gliederung, wie sie z. B. der Muschelkalk oder die Kreideformation über weit ausgedehnte Landstriche wahrnehmen lässt, findet sich also im Rothliegenden nicht; was übrigens auch eine sehr natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen ist, welche bei der Entwickelung der einen und der anderen Bildung gewaltet haben. Denn während sich der Muschelkalk oder die Kreide auf dem Grunde grosser Meeresbassins, unter fast gleichbleibenden Umständen, aus einem und demselben Materiale ausbildeten, so ging die Bildung des Rothliegenden mehr von Bassins und von Küsten des Festlandes aus, erfolgte hier aus diesen, dort aus jenen Materialien, und unter Mitwirkung von mancherlei porphyrischen Bildungen, vor, während und nach deren Eruption jene heftigen Bewegungen der Gewässer Statt gefunden haben mögen, durch welche seine oft so mächtigen Conglomerat- und Sandsteinmassen zusammengefluthet worden sind.

Die verschiedene Ausbildung des Rothliegenden überhaupt, und die innerhalb verschiedener Bildungsräume obwaltende Verschiedenheit seiner Gliederung insbesondere dürften durch einige Beispiele zu erläutern sein; als solche wählen wir die drei, im Königreiche Sachsen bekannten Territorien des Rothliegenden, weil sie nach ihrer Gliederung ziemlich genau erforscht, und dabei so verschiedentlich zusammengesetzt sind, dass sie uns recht auffallende Belege für die Eigenthümlichkeit der Entwickelung liefern, welche das Rothliegende in verschiedenen, wenn auch nahe bei einander gelegenen Bildungsräumen zu zeigen pflegt. Es sind diess die drei Territorien des Erzgebirgischen, des Döhlener und des Oschatz-Frohburger Bassins.

I. Rothliegendes im Erzgebirgischen Bassin.

Das Erzgebirgische Bassin wird fast in seiner ganzen Ausdehnung, von Hainichen bis Werdau, auf eine Länge von mehr als 9 Meilen, bei einer beständig zunehmenden, und zuletzt im Muldenthale weit über 2 Meilen betragenden Breite, von einer Ablagerung des Rothliegenden erfüllt, welche jenseits der Mulde, über Werdau, Crimmitzschau, Altenburg und Gera mit denen in Thüringen verbreiteten Ablagerungen derselben Formation zusammenhängt, und in der Mitte des Bassins, bei Lichtenstein, gewiss eine Mächtigkeit von 1500 Fuss erlangt, wie sich theils aus ihren Schichtungsverhältnissen im Querschnitte des Muldenthales, theils aus der relativen Höhe ihrer Berge über dem Muldenspiegel erschliessen lässt.

Ausser den grauen und weissen Conglomeraten, Sandsteinen und Schieferthonen, welche an vielen Punkten als die tiefsten Schichten des Erzgebirgischen Rothliegenden nachgewiesen worden sind, lässt dasselbe drei, durch ihre petrographische Beschaffenheit wie durch ihre Lagerung bestimmte Abtheilungen unterscheiden, von welchen jedoch die oberste nur in dem tieferen, westlichen Theile des Bassins, jenseits der Mulde, anzutreffen ist, weil sich das ganze Bassin von Osten nach Westen allmälig einsenkt; die beiden anderen Abtheilungen dagegen sind schon bei Chemnitz und Lichtenstein sehr vollständig entwickelt.

Die untere Abtheilung wird vorwaltend durch dunkelrothen, glimmerreichen Schieferletten, der bei Hainichen und Frankenberg oft viele Porphyrgeschiebe und Granulitfragmente enthält, durch thonige, weiche Sandsteine von theils rother theils grünlichweisser Farbe, durch ziemlich feste, kleinstückige Conglomerate von denselben Farben, so wie durch Einlagerungen von Thonstein charakterisirt, welche Gesteine häufig mit einander wechsellagern und dadurch, so wie durch die Verschiedenheit ihrer Varietäten eine sehr scharfe und bestimmte Schichtung bedingen, in Folge welcher die Felswände oft schon aus der Ferne wie gebändert und gestreift erscheinen. Die Thonsteine sind besonders in den oberen Regionen des Bassins, bei Oberwiesa und Chemnitz, zu einer ganz ausserordentlichen Entwickelung gelangt, und werden daselbst im Zeisigwalde in sehr vielen und grossen Steinbrüchen als Bau- und Hausteine gewonnen. — Der beständige Wechsel der Gesteine, bei immer vorwaltend thoniger, aber doch noch consistenter Beschaffenheit derselben, und die sehr detaillirte und grell markirte Schichtung sind die hervorstechenden Eigenthümlichkeiten, welche die untere Abtheilung auch da noch erkennen lassen, wo keine Einlagerungen von Thonstein, und keine porphyrischen Massen vorhanden sind.

Die mittlere Abtheilung hat einen auffallend verschiedenen Charakter, obgleich sie nach unten durch Wechsellagerung und durch Gesteins-Uebergänge mit der vorhergehenden Abtheilung verbunden ist. Sie besteht wesentlich aus einem sehr einförmigen und einfarbigen Gesteine, welches sich als ein lockeres, durchaus nicht consistentes, sondern fast schüttiges, kleinstückiges Conglomerat bezeichnen lässt, gebildet aus sehr vielen, gewöhnlich nur nussgrossen Quarzgeschieben, aus mancherlei Schiefer- und aus Granulitfragmenten, welche in einem dunkelrothen, etwas thonigen Sande und Gruse stecken, der kaum einigen Zusammenhalt hat. Dieses Gestein lässt fast nur darin einige Abwechslung erkennen, dass die Geschiebe bald grösser bald kleiner, und bald sehr gedrängt, bald weniger häufig vorhanden sind. Durch diesen Wechsel in der Grösse und Quantität der Geschiebe, bisweilen auch durch eingeschaltete Lagen von Schieferletten wird eine mehr oder weniger deutliche Schichtung hervorgebracht, welche aber niemals so scharf ausgeprägt ist, wie jene der unteren Abtheilung. — Höchst einförmiger conglomeratartiger Habitus, lockere, fast schüttige Consistenz des Gesteins, und Mangel an scharfer Absonderung der Schichten sind daher die wesentlichen Merkmale dieser mittleren Abtheilung, welche in der Mitte des Erzgebirgischen Bassins, zwischen Chemnitz und dem Muldenthale, zu gewaltigen Bergmassen aufgeschüttet ist, und in den Bergen bei Lichtenstein und Oelsnitz gewiss eine Mächtigkeit von 500 bis 600 Fuss erreicht.

Der auffallende Contrast zwischen der unteren und mittleren Abtheilung lässt sich unter Anderem sehr schön an der Strasse von Lichtenstein nach St. Egidien, an der Chaussee zwischen Chemnitz und Neukirchen, so wie am rechten Muldenufer bei Zwickau beobachten, wo thalaufwärts die untere, thalabwärts sehr bald die mittlere Abtheilung entblöst ist.

Auf dem linken Ufer der Mulde entwickelt sich endlich aus dem mittleren das obere Rothliegende, indem die Geschiebe des vorher beschriebenen Conglomerates allmälig seltener werden, während sich zugleich die Grundmasse immer mehr mit rothem Letten anreichert. Dadurch bildet sich ein feinkörniger, thoniger, dunkelrother Sandstein aus, welcher anfangs noch einzelne Quarzkiesel umschliesst, bis auch diese verschwinden. Dieser Uebergang ist z. B. zwischen Merana und Grothenleithe zu beobachten, an welchem letzteren Orte die Schichten des Zechsteins beginnen.

Was die Thonsteine, Porphyre und Melaphyre betrifft, so ist es erwiesen, dass solche im Erzgebirgischen Bassin der unteren Abtheilung des Rothliegenden eingeschaltet sind, bei deren Ausbildung die Thonsteine eine besonders wichtige Rolle gespielt haben. Die sehr bedeutenden Thonsteinmassen von Oberwiesa, Chemnitz und Ebersdorf liegen ganz entschieden auf Schichten des unteren Rothliegenden, und werden bei Gablenz und Hilbersdorf von braunem quarzführenden Felsitporphyr überlagert. Die Melaphyre endlich scheinen die Bildung der unteren Abtheilung beschlossen, oder auch jene der mittleren Abtheilung eröffnet zu haben.

II. Rothliegendes im Oschatz-Frohburger Bassin.

Die zweite grössere, obwohl verhältnissmässig weit weniger entblöste Ablagerung des Rothliegenden ist diejenige des Oschatz-Frohburger Bassins. Sie steht von Frohburg aus nach Süden über Altenburg mit dem Rothliegenden des Erzgebirgischen Bassins, gegen Nordwesten aber, unter den Schichten der jüngeren Formationen, mit dem Rothliegenden Thüringens in stetigem Zusammenhange.

Dieses, im Allgemeinen von Nordosten nach Südwesten ausgedehnte Bassin*) ist besonders ausgezeichnet durch die sehr bedeutende Entwickelung,

*) Der nordwestliche Rand desselben zieht fast geradlinig von Oschatz über Haubitz (bei Grimma) und Stockheim (bei Lausigk) gegen Lobstädt hin, während der östliche Rand mit einer noch sehr wenig bestimmten Begränzung von Kleinragwitz und Weida bei Oschatz nach Lüttewitz, der südliche Rand aber von dort, bei Leissnig und Colditz vorbei über Rochlitz nach Rüdigsdorf läuft. Es ist im Ganzen ein Parallelbassin des Erzgebirgischen Bassins, mündet eben so wie dieses in den ehemaligen Thüringer Pontus und beherbergt die Formationen des Rothliegenden, des Porphyrs und Zechsteins. Was etwa noch in seiner Tiefe verborgen liegt, darüber wird man vielleicht künftig Aufschluss erhalten, wenn dass Bedürfniss nach fossilen Brennstoffen es nöthig machen wird, auch solche Bassins des Rothliegenden gründlich zu untersuchen, in welchen über Tage keine Spur der Steinkohlenformation zu entdecken ist. Das durch ganz unerwartete elementare und sonstige Hindernisse verursachte Fehlschlagen der bei Oschatz ausgeführten Versuche liefert durchaus

welche die Porphyre in seinem Bereiche gewonnen haben, weshalb denn diese Gesteine bei weitem am häufigsten entblöst sind, und eine solche Ausdehnung und Mächtigkeit gewinnen, dass man über ihrer Ausbreitung die eigentlichen Gränzen des Bassins, und die hier und dort auftauchenden Massen des Rothliegenden gänzlich aus den Augen verlieren kann. Allein, wie bedeutend überall, und wie alleinherrschend vielorts diese Porphyrbildung des Leipziger Kreises erscheinen mag, so ist es doch durch die bei Leissnig, Colditz, Wechselburg und Geithain vorliegenden Verhältnisse erwiesen, dass sie nur als eine mächtige und weit ausgedehnte Decke dem Rothliegenden eingelagert ist.

Das Rothliegende des Oschatz-Frohburger Bassins (oder des Leipziger Kreises) wird daher durch diese Porphyrdecke in zwei Etagen getrennt. Die untere Etage lässt bei Rochlitz bunte Thonsteine, und darüber weisse und hellgraue Sandsteine erkennen, auf welche hellgelbe Thonsteine folgen, denen der Porphyr des Rochlitzer Berges ganz regelmässig und fast horizontal aufgelagert ist, wie diess in den Schluchten des Selgegrundes bei Wechselburg mit der grössten Evidenz beobachtet werden kann. Dieser Porphyr breitet sich von dort aus nach Nordwesten über eine Meile weit bis nach Niedergräfenhain aus. Bei der Kirche dieses Dorfes wird aber die Porphyrdecke auf das Regelmässigste von rothen Conglomeraten und Sandsteinen bedeckt, welche mit Schieferletten wechselnd fortsetzen, bis endlich die Schichten des Zechsteins darüber folgen.

Auch bei Dölitzsch, westlich von Wechselburg, ist die Auflagerung der Porphyrdecke auf der, aus rothem Sandstein, aus weissem und buntem Thonstein bestehenden unteren Etage des Rothliegenden, und $^3/_4$ Meilen davon, bei Kolka, die Ueberlagerung des Porphyrs durch die rothen Sandsteine und Conglomerate des oberen Rothliegenden mit grosser Deutlichkeit zu beobachten.

An den Thonschiefer von Linda bei Rüdigsdorf, und an den Grauwackenschiefer von Altenmörbitz lehnen sich zunächst rothe Schieferletten und Sandsteine; auf sie folgt der durch seine Pflanzenreste bekannte Rüdigsdorfer Thonstein, und dann der Porphyr von Kohren, Gnandstein und Wolftitz, welcher wiederum bei letzterem Orte von Thonstein (mit dem bekannten Bandjaspis), von rothem Sandstein und Schieferletten bedeckt wird.

In der Gegend von Colditz kennt man nur die untere Etage des Rothliegenden; denn die Porphyre erlangen von dort aus über Grimma bis nach Wurzen eine solche Ausdehnung und Mächtigkeit, dass die obere Etage des Rothliegenden in diesem ganzen Landstriche gar nicht zur Ausbildung gelangt zu sein scheint; weshalb denn auch das kleine Frohburg-Geithainer Zechsteinbassin und das kaum grössere Mügelner Zechsteinbassin durch die dazwischen ausgebreiteten Porphyre gänzlich abgesondert werden. Auf der Südwestseite dieses letzteren Bassins treten zwischen Nauenhain und Queckhain geschichtete Thonsteine unter dem Porphyre hervor, welcher letztere sich von dort über

keinen Beweis gegen die Zulässigkeit der Ansicht, dass das Oschatz-Frohburger Bassin in seiner Tiefe eben sowohl die Steinkohlenformation verschliesse, wie das Erzgebirgische Bassin.

Kloster-Buch gegen Zaschwitz ausbreitet, aber schon ¼ Meile vor letzterem Dorfe von rothem Sandstein und Schieferletten bedeckt wird, über welche sich bei Däbritz und Kiebitz der Zechstein legt. Nach allen diesen Beobachtungen unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die weit ausgedehnte Porphyr-Ablagerung des Leipziger Kreises dem Rothliegenden des Oschatz-Frohburger Bassins eingelagert ist, wie bedeutend sie auch, in der ganzen Breite von Lausigk bis Hubertusburg, nach Norden über die Gränzen dieses Bassins hinausgreifen mag.

Bei Salhausen unweit Oschatz endlich ist die unterste Etage des Rothliegenden als ein, gegen 800 Fuss mächtiges System von grauem Schieferthon und Sandstein, mit untergeordneten Brandschieferflötzen erkannt worden, in welchem viele, zu Steinkohle umgewandelte Pflanzenreste vorkommen, und dessen Schichten bis zu 60° und darüber aufgerichtet sind, sich wahrscheinlich an den nördlich vorliegenden Porphyr anlehnen, während sie sich nach Süden bald horizontal legen, und in dieser Lage noch weiter südlich von roth gefärbten Schichten, und endlich vom Zechsteine bedeckt werden. Hier scheint also der Porphyr die unterste Etage des Rothliegenden erhoben und aufgerichtet zu haben, wovon bei Rochlitz und Wechselburg durchaus nichts zu beobachten ist.

Der Nachweis der Einlagerung einer, über 20 Quadratmeilen ausgedehnten Porphyrbildung im Rothliegenden dürfte diese etwas ausführliche Besprechung des Oschatz-Frohburger Bassins rechtfertigen.

III. Rothliegendes im Döhlener Bassin.

Ausser den beiden bisher beschriebenen Territorien des Rothliegenden tritt in Sachsen noch eine dritte, nicht unbedeutende Ablagerung in jenem Nebenbassin des Elbthales auf, welches von Wilsdruff über Potschappel und Kreischa bis nach Maxen zieht, und in seinen Tiefen die Döhlener Steinkohlenformation verschliesst. Das Rothliegende, grossentheils aus Thonsteinen und groben Conglomeraten bestehend, zeigt eine auffallend verschiedene Zusammensetzung, und wird namentlich durch die Porphyrbreccien und Porphyrpsammite auf eine, von den beiden vorherigen Territorien sehr abweichende Weise charakterisirt. Im Allgemeinen aber lässt es von unten nach oben folgende drei Hauptglieder unterscheiden:

a) Ueber der Steinkohlenformation liegt zunächst rother und bunter, dünnschichtiger und oft plattenförmiger Thonstein mit Schieferletten, wie solche zumal bei Döhlen, Ober- und Niederhermsdorf und Braunsdorf zu beobachten sind; ihre Lagerung ist, wenn auch nur wenig, so doch entschieden discordant gegen die unterliegende Kohlenformation.

b) Als zweites Glied folgt eine, aus verschiedenen Porphyr- und Thonsteinfragmenten bestehende, meist sehr buntscheckig erscheinende, geschichtete Porphyrbreccie, deren Fragmente durch feineren, theils psammitischen, theils pelitischen Porphyrschutt verkittet sind, welcher auch häufig selbständige Schichten von Porphyrpsammit und Thonstein bildet, die mit den Breccienschichten abwechseln; Windberg und die Berge zwischen Döhlen und Braunsdorf.

c) Das dritte Glied endlich erscheint als ein grobes, nach oben meist ganz lockeres und schüttiges, nach unten durch rothen thonigen Sandstein oder Schieferletten gebundenes Conglomerat, dessen faust- bis kopfgrosse Gerölle aus Gneiss und aus braunem Porphyr bestehen; indem das, nach unten oft sehr vorwaltende Cäment weiter aufwärts immer mehr zurücktritt, so erscheinen die obersten Schichten fast als lose, aus den genannten Geröllen aufgehäufte Schuttmassen. Eine nur wenig mächtige, aber ziemlich ausgedehnte Porphyrdecke beschliesst auf dem rechten Ufer der Weisseritz die Bildung des Rothliegenden.

Die Gesammt-Mächtigkeit dieser drei Glieder dürfte bei Döhlen auf 1000 Fuss, in der Gegend von Possendorf und Kreischa aber, wo die Porphyrbreccien durch fortwährende Verfeinerung ihres Kornes fast gänzlich zu Porphyrpsammiten und Thonsteinen geworden sind, wenigstens auf 1200 Fuss zu veranschlagen sein.

IV. Rothliegendes in den Umgebungen des Harzes.

Der Raum verbietet es, noch viele andere Beispiele für die Gliederung des Rothliegenden beizubringen, und wir müssen uns darauf beschränken, als letztes Beispiel das Rothliegende aus der Umgegend des Harzes zu erwähnen, wie solches nach v. Veltheim und Hoffmann zusammengesetzt sein soll. Der letztere ausgezeichnete Geolog unterschied drei Abtheilungen oder Gruppen.

Die untere Gruppe ist ganz besonders durch das Auftreten der Hornquarz-Conglomerate charakterisirt, welche zumal zwischen Meisberg und Annrode zu beobachten sind, und unter welchen noch mehr oder weniger mächtige Ablagerungen von Sandstein, kleinkörnigen Breccien und Schieferletten liegen, welche mehrfach mit einander abwechseln.

Die mittlere Gruppe erscheint da, wo das Rothliegende überhaupt sehr entwickelt ist, als ein System von Sandstein, Breccien, Schieferletten und Thonstein, und ist vorzüglich ausgezeichnet durch das Vorkommen von untergeordneten Kalksteinen, welche theils kleine, 3 bis 5 Fuss mächtige Lager, theils reihenförmig gruppirte flache Nieren im Thonstein und Schieferletten bilden.

Die obere Gruppe hat eine ziemlich manchfaltige Zusammensetzung; obwohl gewöhnliche Sandsteine, Sandsteinschiefer und Schieferletten als herrschende Massen auftreten, so hebt Hoffmann doch noch folgende besondere Gesteine hervor:

a) Eckigkörniger Sandstein; Aggregat von krystallinischen Quarzkörnern, ja von deutlichen Quarzkrystallen, theils fein- theils grobkörnig, mit rothem thonigen oder mit weissem kaolinartigen Bindemittel, oft noch mit erkennbaren Feldspathkörnern, und Glimmer- oder Talkblättchen.

b) Rundkörniger Sandstein; roth und bunt gestreift, ausgezeichnet durch die Rundung und gleiche Grösse seiner hornsteinähnlichen Körner; er begleitet an vielen Orten das nächstfolgende Gestein.

c) Porphyrconglomerat; findet sich ganz oben, fast unter dem Weissliegenden, als eine meist nur 5 bis 6, selten (wie bei Wiederstädt)

50 Fuss mächtige Ablagerung; seine Porphyrgeschiebe sind oft ganz verschieden von denjenigen Porphyren, welche im Rothliegenden auftreten. Einige Schichten rothen Schieferlettens oder Sandsteins trennen dieses Conglomerat von

d) dem Weissliegenden, welches gewöhnlich 3 bis 4 Fuss mächtig ist.

Porphyre und Melaphyre sind auch in diesen Territorien des Rothliegenden mehrfach vorhanden, und werden stellenweise, wie z. B. bei Halle und Ilefeld so mächtig, dass sie fast alle übrigen Glieder der Formation verdrängen. Die grösste Mächtigkeit aber, welche das Rothliegende überhaupt im nordwestlichen Teutschland erreicht, veranschlagt Hoffmann auf 3400 Fuss. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, 1830, S. 438 ff. und 571 ff.

Wie nach diesen Beispielen in Sachsen und Thüringen, so erweist sich das Rothliegende auch anderwärts in und ausserhalb Teutschland als eine Bildung, welche in verschiedenen und z. Th. in ganz nahe beisammenliegenden Gegenden eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung und Gliederung besitzt, obwohl ihre Gesteine überall eine allgemeine petrographische Aehnlichkeit erkennen lassen.

Was die Lagerungsfolge betrifft, so nimmt das Rothliegende, als unteres Hauptglied der permischen Formation, seine Stelle unmittelbar über der Steinkohlenformation ein. Wo daher die Reihe der Sedimentformationen vollständig, und wo die permische Formation, wie in Teutschland meistentheils, in zwei selbständigen Gliedern zur Ausbildung gelangt ist, da wird man die Steinkohlenformation zunächst vom Rothliegenden bedeckt finden; was gewöhnlich mit discordanter, bisweilen aber auch mit concordanter Lagerung Statt findet, und im letzteren Falle ein sehr inniges Anschliessen beider Formationen zur Folge zu haben pflegt. Dass aber deshalb die Steinkohlenformation keinesweges mit dem Rothliegenden vereinigt, oder wohl gar als eine blose Einlagerung desselben betrachtet werden könne, diess ist bereits oben, S. 533 ff. ausführlich erörtert worden. Und wenn auch das Rothliegende selbst, hier und da als eine kohlenführende Formation ausgebildet ist, so darf es doch nimmer mit der eigentlichen Steinkohlenformation verbunden, verwechselt oder identificirt werden.

A. a. O. wurden die Gründe angegeben, welche sich dieser, aus einer sehr einseitigen Auffassung gewisser teutscher Vorkommnisse hervorgegangenen Ansicht entgegen stellen, die ja schon für Teutschland durch die bedeutenden Kohlenterritorien Westphalens und Oberschlesiens widerlegt wird, weshalb sich denn auch schon viele Auctoritäten, wie z. B. v. Dechen, Hausmann (Bildung des Harzgebirges, S. 85), Credner, u. A. gegen sie erklärt haben.

Die organischen Ueberreste des Rothliegenden sind, mit Ausnahme der in den Kalkstein- und Brandschieferlagern vorkommenden Fische, und anderer noch seltnerer Thiere, nur Pflanzen, und zwar Landpflanzen, zumal Farnkräuter, Calamiten, Lycopoditen oder Walchien, und andere Coniferen, welche theils in den Thonsteinen, theils im Schieferthone, Schieferletten und in den feineren Sandsteinen vorkommen, besonders aber verkieselte Dendrolithen oder Holzsteine, namentlich Psaronien und Coniferenstämme, welche sich in den Thonsteinen, Sandsteinen und Conglomeraten finden, und oft recht bedeutende Dimensionen erlangen. Die Aufführung der wichtigsten Species wird weiter unten gegeben werden.

Die Gegend von Flöha, Chemnitz, Reinsdorf, Planitz, Rüdigsdorf und Oschatz in Sachsen, die Gegend von Rothenburg und Siebigkerode, sowie der Kiffhäuser in Thüringen sind bekannt wegen des Vorkommens von Pflanzenresten, unter denen namentlich die verkieselten Hölzer eine sehr wichtige Rolle spielen. Die Dendrolithen des Kiffhäuser sind z. Th. 10 bis 20 Fuss lang, bis mehre Fuss dick, der Schichtung parallel liegend, höchst selten aufrecht oder schräg gestellt, niemals mit Blättern, selten mit Astspuren, häufiger mit Wurzelenden versehen, und theils rund, theils platt gedrückt; dabei ganz in Holzstein verwandelt mit drusigen Rissen, deren Wände, eben so wie die Höhlungen der Gefässe, mit kleinen Quarzkrystallen besetzt, und oft mit Rotheisenrahm bedeckt oder mit dichtem Rotheisenerz imprägnirt sind.

B. Zechstein.

§. 371. *Allgemeine Verhältnisse der Zechsteinbildung.*

Nach der Bildung des Rothliegenden scheint in den meisten Regionen der Erdoberfläche, wo dasselbe zum Absatze gelangt war, eine ganz andere Ordnung der Dinge eingetreten zu sein. Mochten auch einige dieser Regionen theilweise schon während der Bildung des Rothliegenden als Meeresgrund bestanden haben, so trat doch erst nach seiner Bildung eine Submersion fast aller seiner Bildungsräume unter den Meeresspiegel ein. Jene stürmischen Ereignisse und heftigen Bewegungen aber, welche sich in den Conglomeraten, in dem vielfachen Gesteinswechsel, und in den Thonstein- und Porphyr-Einlagerungen des Rothliegenden zu erkennen geben, sie scheinen damals ausgetobt zu haben, und an die Stelle der Unruhe und Aufregung trat ein Zustand der Ruhe und der Stabilität, welcher die Ausbildung eines weit verbreiteten und überall sehr gleichartig erscheinenden Schichtensystemes auf dem zur Submersion gelangten Grunde zur Folge hatte. Dieses marine Schichtensystem ist es,

welches in vielen Gegenden Teutschlands als das selbständige zweite Hauptglied der permischen Formation auftritt, und gegenwärtig unter dem Namen der Zechsteinbildung aufgeführt zu werden pflegt.

Mit dem Namen Zechstein bezeichnete der Thüringer Bergmann eigentlich den über dem Kupferschiefer liegenden Kalkstein, wahrscheinlich, wie Heim vermuthet, weil er sich bei der Bearbeitung schwer zersprengbar, zäh oder zach erweist. Voigt leitete den Namen ab von Dachstein, weil dieser Kalkstein das Dach des Kupferschiefers bildet; Andere suchen seinen Ursprung darin, weil die Bergwerke oder Zechen in ihm betrieben werden, und Haberle meinte, das Gestein sei deshalb Zechstein genannt worden, weil die Bergleute fröhlich seien und zechen, wenn sie dasselbe erreicht haben. — Humboldt gebrauchte das Wort Zechstein zur Bezeichnung der ganzen Formation oder Formations-Abtheilung, während solche früher die ältere Flötzkalkformation oder auch die Kupferschieferformation genannt wurde. Die Engländer nennen die Zechsteinbildung Grossbritanniens *magnesian limestone*, weil ihre Kalksteine oft dolomitisch oder magnesiahaltig sind; die Franzosen bedienen sich jetzt gewöhnlich des Namens *terrain pénéen*, welchen Omalius d'Halloy im Jahre 1822 vorschlug, um die Armuth an Erzen auszudrücken, welche die herrschenden Gesteine zeigen, oder auch in Beziehung auf das Rothliegende, als das mächtigste, aber erzleere Glied der ganzen Formation, da Omalius d'Halloy schon seit längerer Zeit das Rothliegende und den Zechstein zu einer einzigen Formation vereinigt hat.

Die Zechsteinbildung erlangt in Teutschland zwar keine sehr bedeutende Mächtigkeit, behauptet aber doch eine recht ansehnliche Verbreitung, und stellt da, wo sie vollständig entwickelt ist, eine ziemlich complicirte Reihenfolge verschiedener Gesteine dar, welche sich jedoch im Allgemeinen als Kalksteine und Dolomite bezeichnen lassen, zu welchen noch Gyps, Mergel und Steinsalz als untergeordnete Glieder hinzutreten. Im grössten Theile ihres Verbreitungsgebietes wurde diese Kalksteinbildung mit einer bituminösen, kupfererzhaltigen Mergelschicht, dem sogenannten Kupferschiefer eröffnet, welcher dem Weissliegenden oder Grauliegenden unmittelbar aufruht, und, ungeachtet seiner nur etwa 2 Fuss betragenden Mächtigkeit, fast überall vorhanden ist, immer mit sehr ähnlichen Eigenschaften und mit denselben organischen Ueberresten, unter denen sich zumal Fische aus dem Geschlechte *Palaeoniscus* auszeichnen.

Das Kupferschieferflötz, sagte Hoffmann, erscheint mit bewunderswürdiger Beständigkeit, bei 3 Fuss Mächtigkeit, über mehre tausend Quadratmeilen ausgebreitet. Ueberall an den Rändern der alten Gebirge umgürtet es die jüngeren wie eine Einfassung; so am Harze, am Thüringer Walde, am Kiffhäuser, bei Bottendorf, im Magdeburgischen, im Saalkreise, bei Riechelsdorf und Rothenburg in Hessen, bei Eschwege und Allendorf, endlich auch bei Osnabrück und Ibbenbühren. Karstens Archiv, I, 1829, S. 135. — Diese weite und stetige Verbreitung einer so geringmächtigen Schicht innerhalb eines

so ausgedehnten Bildungsraumes, beurkundet wohl eine grosse Ruhe und eine völlige Gleichartigkeit der Bedingungen, unter denen die Bildung der Zechsteinformation auf jenem neu entstandenen Meeresgrunde eingeleitet worden sein muss, welchen ihr die zur Submersion gelangte Oberfläche des Rothliegenden darbot.

Ueber dieser ersten, gleichsam wie ein Teppich der ganzen Formation untergebreiteten Schicht, folgen nun der eigentliche Zechstein, Dolomite und Stinksteine, welche beide letzteren die Formation zu beschliessen pflegen, obwohl manche Gründe dafür sprechen, einen Theil der zunächst darüber folgenden Sandsteine oder Mergel noch mit in den Bereich der permischen Formation zu ziehen.

In paläontologischer Hinsicht ist die Zechsteinformation ganz entschieden als eine *marine*, und zugleich als eine *solche* Bildung charakterisirt, welche sich weit inniger an die paläozoischen, als an die mesozoischen Formationen anschliesst. Da nun auch die Pflanzenreste des Rothliegenden eine weit grössere Analogie mit jenen der Steinkohlenformation, als mit denen der Trias zeigen, so vereinigen sich die organischen Ueberreste *beider* Hauptglieder der permischen Formation zur Rechtfertigung der Stellung, welche man gegenwärtig dieser Formation anweist, indem man mit ihr die Reihe der paläozoischen Formationen beschliesst. Merkwürdig bleibt dabei die verhältnissmässige *Armuth* sowohl der Fauna als der Flora dieser Formation, wenn man die Zahlen der bis jetzt bekannt gewordenen Species mit denjenigen Zahlen vergleicht, welche in den vorausgehenden Formationen nachgewiesen sind.

Die Fauna der permischen Formation, sagt v. Leonhard, bildet gleichsam den Nachlass einer früheren Schöpfung, deren verschiedenartige Entwickelung wir durch drei vorhergehende Alterstufen verfolgen können; wir sehen die letzten Aenderungen, welche diese Wesen erlitten, bevor sie gänzlich vom Schauplatze abtraten. Das Dahinschwinden, die Vernichtung so vieler Thierformen, welche in früheren Perioden in buntem Gewirre sich durch einander drängten, endlich das Entstehen neuer gigantischer Geschöpfe, der Saurier, Alles das verkündet den Schluss der langen paläozoischen Periode, das Beginnen einer andern fremden Thierwelt. Lehrb. der Geogn. u. Geol. 1846, S. 468.

Die Zechsteinbildung ist als ein selbständiges Glied der permischen Formation zuerst in Teutschland mit grosser Genauigkeit studirt worden; namentlich ist es das in *Thüringen* niedergelegte Territorium, in welchem sie nicht nur sehr vollständig ausgebildet erscheint, sondern auch durch den Bergbau nach allen Richtungen aufgeschlossen worden ist, weshalb uns denn die dortigen Vorkommnisse den vollendetsten und am meisten erforschten Typus der ganzen Bildung vorführen, mit dessen

Betrachtung wir uns jetzt, nach Anleitung der classischen Arbeiten Freieslebens, beschäftigen wollen *).

§. 372. *Zechsteinbildung Thüringens.*

Nach Freiesleben lässt sich die Zechsteinbildung Thüringens und der Grafschaft Mansfeld zunächst in zwei Abtheilungen bringen, von welchen die untere den Kupferschiefer und den Zechstein im engeren Sinne des Wortes, die obere den Dolomit, den Stinkstein und den Gyps mit seinen Accessorien begreift. Dieselbe Gliederung scheint sich aber auch, bei einigermaassen vollständiger Entwickelung, in anderen Gegenden zu wiederholen, weshalb sie uns ein ziemlich allgemein giltiges Schema für die Zusammensetzung der teutschen Zechsteinbildung gewährt.

Auch Heim hob schon im Jahre 1806 den auffallenden petrographischen Unterschied hervor, welchen die untere und die obere Abtheilung der Formation in den Umgebungen des Thüringer Waldes, wie in den meisten anderen Gegenden ihres Vorkommens, erkennen lässt. Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, Abth. V, 1806, S. 86 f.

A. Untere Abtheilung.

Diese untere Abtheilung begreift zwei, oder, wenn man die unmittelbar über dem Kupferschiefer liegenden Schichten vom eigentlichen Zechsteine trennen will, drei, von unten nach oben an Mächtigkeit zunehmende Glieder, nämlich den Kupferschiefer, das Dachflötz und den Zechstein.

Der Kupferschiefer, diese tiefste Schicht der ganzen Zechsteinbildung, ist ein braunlich oder graulich schwarzer, meist fester, dickschieferiger, im Bruche matter bis schimmernder, im Striche oft glänzender, sehr bituminöser, und meist erzführender Mergelschiefer, welcher keine Magnesia enthält, wie Geinitz gezeigt hat **), dem aber ganz gewöhnlich mikroskopisch kleine Glimmerschuppen beigemengt sind.

Dieser Mergelschiefer lässt nach Freiesleben besonders drei Varietäten unterscheiden: gemeinen Mergelschiefer, welcher geradschieferig, bisweilen zickzackförmig gekerbt oder gerippt, schimmernd und fest ist; krausen Mergelschiefer, wellenförmig krummschieferig, glänzend, oft bunt angelau-

*) Freieslebens Geognostische Arbeiten, II. Band 1809, und III. Bd. 1815.

**) Die Versteinerungen des deutschen Zechsteingebirges, 1848, S. 1 Anm. und Jahresberichte der Wetterauischen Gesellsch. 1851. Ueberhaupt ergiebt sich aus den Untersuchungen von Geinitz und Karsten, dass die untere Abtheilung der teutschen Zechsteinbildung eben so durch Kalksteine, wie die obere Abtheilung durch Dolomite ausgezeichnet ist. In England findet im Allgemeinen ganz dasselbe Verhältniss Statt.

fen, und stark abfärbend; und **mulmigen** Mergelschiefer, licht schwarz, dünn- und geradschieferig, matt und zerreiblich. Die gemeinen Schiefer sind besonders da vorherrschend, wo das Flötz sehr regelmässig liegt; die krausen Schiefer finden sich an denjenigen Punkten und Strichen, wo Störungen der Architektur und Lagerung vorkommen, und die mulmigen Schiefer gewöhnlich nur am Ausgehenden des Flötzes.

Der Mansfelder Bergmann unterscheidet in dem Flötze selbst vier Bänke, die **Lette**, die **Kammschale**, den **Schieferkopf** und die **Noberge**; diese letzte, welche ärmer an Bitumen und an Erzen, daher hellfarbiger und minder fest zu sein pflegt, bildet den Uebergang aus dem Kupferschieferflötze in das Dachflötz. Der Schieferkopf ist gewöhnlich fest und sehr geradschieferig, die Kammschale fein graustreifig und leicht spaltbar, die Lette endlich, als die tiefste Schicht, sehr bituminös, tief schwarz und homogen.

Die gewöhnliche **Mächtigkeit** des Kupferschiefers schwankt zwischen 10 und 20 Zoll, selten steigt sie, wie bei Ilmenau, bis auf 2 oder 3 Fuss. Uebrigens löst sich das Flötz meist leicht und eben, sowohl vom Weissliegenden als auch vom Dachgesteine ab.

Die Oberfläche des Weissliegenden, sagt Voigt bei der Beschreibung des Ilmenauer Flötzes, ist so eben und glatt, dass man sie einen Spiegel nennen kann, und eine eben solche, fast spiegelglatte Unterfläche hat das Kupferschieferflötz. Geschichte des Ilmen. Bergb. 1821, S. 85.

Der Kupferschiefer ist in der Regel compact, doch zeigen die Noberge schon hier und da porose oder drusige Stellen; bisweilen erscheint das Flötz durch sehr viele parallele Klüfte abgesondert, mitunter enthält es Lagen oder Schweife von quarzigem Sandstein, häufiger Schwülen, oder abgeplattete sphäroidische Nieren eines dunkelrauchgrauen Kalksteins, von mehren Zoll Durchmesser, welche meistentheils einen Fisch- oder Pflanzenrest umschliessen. Geschiebe oder Gerölle anderer Gesteine gehören zu den grössten Seltenheiten.

Drei Eigenschaften sind es, welche den Kupferschiefer ganz besonders auszeichnen: der **Bitumengehalt**, die **Erzführung** und das häufige Vorkommen von **Fischen**.

Bitumen und **Kohlenstoff** sind immer mehr oder weniger reichlich in der Masse des Kupferschiefers vorhanden, welcher um so schwärzer und fettiger erscheint, je bedeutender diese bituminöse Beimengung ist; die Lette und die krausen Schiefer sind am reichsten, die Noberge am ärmsten daran, so dass also der Bitumengehalt von unten nach oben im Abnehmen begriffen ist; doch sind die Schiefer meist etwas brennbar, was die Röstarbeit sehr erleichtert, und einen Gewichtsverlust von 8 bis 17 p. C. bedingt. Zuweilen hat sich das Erdpech sogar in linsenförmigen Körnern concentrirt, welche lagenweise vertheilt sind; seltener findet es sich dick angeflogen oder in Platten.

Der Bitumengehalt ist nach Plümicke beständiger, als der Metallgehalt; das Flötz ist oft bituminös bei sehr geringem Gehalte an Erzen*).

Sehr charakteristisch ist die Metallführung des Kupferschiefers, welche auch seinen Namen veranlasst hat, da es in Thüringen vorwaltend Kupfererze sind, welche in ihm vorkommen. Diese Erze finden sich theils in kaum sichtbaren Theilen beigemengt, theils eingesprengt, derb, angeflogen, in Platten, Schnüren und Streifen; oft sind sie in der Nähe der organischen Ueberreste, zumal der Fische, besonders concentrirt, so dass es scheint, dass die organische Substanz sie vorzugsweise zum Niederschlage disponirt hat. Als die vier häufigsten Erze bezeichnet Freiesleben Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies und Eisenkies; seltener sind Kupferindig, Rothkupfererz, Kupferschwärze und Fahlerz; noch seltener kommen auch Bleiglanz, Zinkblende, Speiskobalt, Rothnickelkies, Gediegen Silber, Kupfer, Wismut und Molybdänglanz vor. Malachit, Kupferlasur, Kobaltblüthe und Nickelblüthe, als Zersetzungsproducte anderer Erze, bilden oftmals einen Beschlag oder Anflug auf den Klüften des Gesteins. Endlich hat Kersten auch Vanadin nachgewiesen, welches auf eine noch unbekannte Weise in der Masse des Kupferschiefers vorhanden sein muss.

Der Kupferschiefer, als erster Bodensatz des Zechsteinmeeres, welcher in Mansfeld stets über dem Weissliegenden lagert**), liefert uns einen eben so interessanten als unumstösslichen Beweis dafür, dass die Natur die meisten der auf unseren Erzgängen vorkommenden Erze aus wässerigen Solutionen, überhaupt auf hydrochemischem Wege, zu bilden vermochte. Es dürften daher die Schwefelmetalle und gediegenen Metalle der Erzgänge zuverlässig auf demselben Wege entstanden sein. Die Erzgänge haben wohl ihre Ausfüllung grösstentheils vorweltlichen Mineralquellen zu verdanken, welche theils erdige, theils metallische Sauerstoffsalze, Schwefelsalze und Haloidsalze aufgelöst enthielten, und mancherlei Zersetzungs-, Bildungs- und Umbildungsprocesse veranlassten, wodurch die erdigen und metallischen Mineralien entstanden, welche die Gangarten und Erze bilden. Die zahlreichen Erzgänge, erzführenden Kämme und Rücken, welche gerade im Bereiche der Zechsteinbildung aufsetzen, dürften wohl mit der Erzführung des Kupferschiefers in einem gewissen Causalzusammenhange stehen, und machen es wahrscheinlich, dass auch ein Theil dieser Erze erst später in den Kupferschiefer gelangt ist.

In Thüringen und Mansfeld nimmt der Erzgehalt, eben so wie der Bitumengehalt des Kupferschieferflötzes, von unten nach oben ab, daher die Lette gewöhnlich am reichsten, die Noberge am ärmsten sind. Das Fuder Schiefer

*) Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1845, S. 149.

**) Und, wie Plümicke sagt, das Rothliegende völlig wie ein Kleid umgiebt, welches durch Lagerungsstörungen in manchfaltigen Faltenwurf gebracht ist.

(zu 48 Centner) giebt im Mittel 1 bis 1 1/2 Centner Schwarzkupfer, und 1 bis 1 1/2 Mark Silber. Ueberhaupt aber sind nach Plümicke die Schiefer noch schmelzwürdig, wenn 60 Centner einen Centner Schwarzkupfer mit 16 bis 18 Loth Silber liefern; es giebt jedoch ausgedehnte Flötzgebiete, wo dieselbe Quantität Schiefer weit mehr Kupfer und Silber schüttet, was besonders in der reichlicheren Concentrirung von Kupferglanz und Buntkupfererz begründet ist. Meist sind nur 3 oder 4, selten bis 5 Zoll der ganzen Flötzmächtigkeit schmelzwürdig.

Von anderen Accessorien des Kupferschiefers sind besonders zu erwähnen: Faserkalk, in Lagen und Trümchen, sehr häufig, besonders in der Kammschale, welche dadurch ein „weisshäriges" Ansehen erhält; eben so findet sich auch Fasergyps gar nicht selten, zumal bei Eisleben und Burgörner. Dagegen sind eigentlicher Kalkspath und Quarz seltenere Erscheinungen. Pechkohle bildet bisweilen Lagen von 1/4 bis 1/2 Zoll Dicke, und findet sich auch in den Fischabdrücken.

Das Vorkommen von Fischen ist allerdings in vielen Gegenden als eine, für den Kupferschiefer sehr bezeichnende Erscheinung anzusehen; diese Fische sind theils ausgestreckt, theils zusammengekrümmt, meist sehr zerdrückt und breit gequetscht, oft in eine dem Asphalte nahe stehende Pechkohle umgewandelt, und mit Kupferkies, Kupferglanz oder Buntkupferkies imprägnirt oder überzogen. Am häufigsten findet sich wohl *Palaeoniscus Freieslebeni*, nächstdem *Platysomus gibbosus*, und *Pygopterus Humboldti*. Auch Ueberreste von Sauriern und Koprolithen kommen dann und wann, Fucoiden aber sehr häufig vor, während Conchylien zu den Seltenheiten gehören.

Die bekannten Cupressiten von Frankenberg finden sich nicht im Kupferschiefer, sondern in einem weit höheren, der oberen Gränze der permischen Formation sehr nahe stehenden Schichtensysteme.

Ueber dem Kupferschiefer liegt, als ein vermittelndes Glied zwischen ihm und dem Zechstein, das sogenannte Dachflötz. Dasselbe besteht aus einem dunkelgrauen, selten hellfarbigen, oft schon fast graulichschwarzen, gewöhnlich gestreiften, mit ganz kleinen Glimmerschuppen gemengten Mergelschiefer, von 4 bis 8 Fuss Mächtigkeit, welcher sich sowohl durch seine bituminose Beschaffenheit, als auch durch seinen nicht seltenen Gehalt an Erzen noch sehr nahe an den Kupferschiefer anschliesst.

Die schieferige Structur und der Bitumengehalt nehmen von unten nach oben allmälig ab, weshalb das Gestein dieses Dachflötzes zuletzt dem Zechsteine immer ähnlicher wird. Die der ganzen Zechsteinbildung so eigenthümliche Neigung zur Porosität und Cavernosität offenbart sich schon im Dachflötze sehr deutlich, indem sein Gestein oft zerfressen, blasig, oder rafflich und zerklüftet ist.

Uebrigens kommen auch in ihm bisweilen sandsteinähnliche Lagen und Schweife vor, auch wiederholen sich mitunter Schmitzen und Lagen von Kupferschiefer, so wie Fasergyps und Kalkspath hier und da angetroffen

werden. Eisenkies ist ziemlich häufig, theils eingesprengt, theils in Schnüren oder feinen Trümern, selten in cylindrischen Wülsten; Kupferkies und noch mehr Kupferglanz finden sich zumal in der Nähe von Rücken und Kämmen, wie bei Bischofrode, Hergisdorf, Rothenburg, vorzüglich aber bei Sangerhausen, wo das Dachflötz so reich an Kupferglanz ist, dass 48 Centner, 3/4 bis 5/4 Centner Schwarzkupfer gaben. Wo das Dachflötz reich an Erzen ist, da pflegt der Kupferschiefer arm zu sein.

Der Thüringische Zechstein, dieses Gestein, nach welchem die ganze Bildung benannt worden ist, lässt sich im Allgemeinen als ein dichter, fester und schwer zersprengbarer, etwas thoniger und bituminöser Kalkstein von grauer Farbe und deutlicher Schichtung bezeichnen, welcher einerseits in Mergelschiefer, anderseits in die sogenannte Rauchwacke übergeht. Von Accessorien sind besonders Gyps, Kalkspathkörner und kleine Bergkrystalle, so wie Nieren oder abgeplattete Concretionen von Brauneisenocker und thonigem Brauneisenstein zu erwähnen; die Kupfererze reichen nur selten bis in den Zechstein. Die Mächtigkeit dieses Kalksteins beträgt gewöhnlich nur 15 bis 20 Fuss, steigt aber doch in manchen Gegenden des Thüringischen Bassins bis auf den doppelten (Ilmenau), vierfachen (Henneberg), und selbst fünffachen Betrag (Stolberg). Organische Ueberreste, zumal von Brachiopoden und Conchiferen, unter den ersteren namentlich *Productus horridus* und *Spirifer undulatus*, sind sehr bezeichnend.

Dass dieser untere Zechstein wirklich Kalkstein ist, und in der Regel gar keine, oder nur ganz unbedeutende Spuren von Magnesia enthält, diess ergiebt sich aus vielen, sowohl von Geinitz als auch von Karsten ausgeführten Analysen*). Seine Farben sind gewöhnlich rauchgrau, gelblichgrau, aschgrau und blaulichgrau, dabei ist er oft gestreift und gewolkt, oder dunkler in der Mitte der Schichten, als gegen die Schichtungsfugen hin. Die Klüfte sind häufig mit sehr schönen Dendriten geschmückt, was Freiesleben als eine recht bezeichnende Erscheinung hervorhebt. Der Bruch ist eben oder flachmuschlig im Grossen, splittrig im Kleinen, übrigens matt oder schimmernd. Die Schichten sind immer sehr deutlich, zuweilen dünn und plattenförmig, nicht selten parallelepipedisch zerklüftet; das Gestein selbst aber erscheint in der Regel compact, nur selten drusig, und noch seltener cavernos; auch rundknollige Concretionen, welche in anderen Gegenden häufig vorkommen, gehören in Thüringen zu den seltenen Erscheinungen.

Kupferschiefer, Dachflötz und Zechstein bilden zusammen in Mansfeld und in anderen Gegenden Thüringens die so wohl charakterisirte untere Abtheilung der ganzen Formation, welche daher im Allgemeinen

*) Geinitz, in den oben angeführten Schriften, und Karsten in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 574.

durch dunkelfarbige, bituminöse, dichte oder schieferige, deutlich und regelmässig geschichtete, nach unten erzführende Kalksteine ausgezeichnet ist, deren Bitumen- und Erzgehalt von unten nach oben fortwährend abnimmt. Der Zechstein ist das regelmässigste und beständigste Glied dieser Abtheilung; das Dachflötz bildet eigentlich nur die untersten, dem Kupferschiefer mehr oder weniger assimilirten Schichten des Zechsteins, deren Unterscheidung mehr in bergmännischer als in geognostischer Hinsicht wichtig erscheint*).

B. Obere Abtheilung.

Die obere Abtheilung der Thüringischen Zechsteinbildung wird besonders durch verschiedene dolomitische Gesteine, durch Stinkstein und durch Gyps charakterisirt, welcher letztere jedoch, nebst den ihn begleitenden Massen, keine bestimmte bathrologische Stelle behauptet.

Die Dolomite und dolomitischen Kalksteine der Zechsteinbildung werden in Thüringen unter besonderen provinciellen Namen aufgeführt, welchen man auch häufig in wissenschaftlichen Werken begegnet; dahin gehören besonders die Namen Rauchwacke, Rauher Kalkstein oder Rauhstein, und Asche.

Die Rauchwacke ist im Allgemeinen ein, durch graue bis schwärzliche Farben, splittrigen bis feinkörnigen Bruch, porose und cavernose Structur, und durch sehr ungleiche und wechselnde Grade der Härte und Festigkeit ausgezeichneter, mehr oder weniger dolomitischer Kalkstein, indem nach Karsten manche Varietäten kaum Spuren, andere Varietäten einen bedeutenden Antheil von kohlensaurer Magnesia enthalten. Von Accessorien sind besonders Schaumkalk, Quarzkrystalle und concentrisch schalige Nieren von Brauneisenerz zu erwähnen.

Das Gestein ist ausserordentlich manchfaltig in seinem Habitus, und Freiesleben unterscheidet dichte, breccienartige, schüttige, raffliche, knospige, blasige, geflossene, mandelsteinartige Varietäten, u. s. w., von welchen wir nur folgende hervorheben**). Die breccienartige Rauchwacke besteht aus scharfkantigen oder rundlichen Stücken eines sehr festen, dichten, braunlichschwarzen Kalksteins, welche durch eine licht gelblichgraue oder aschgraue, weichere Grundmasse verbunden sind. Die blasige Rauchwacke

*) Plümicke, a. a. O. S. 153.

**) Ganz wahr ist es, was Plümicke sagt, dass die zahllosen Varietäten der Rauchwacke grösstentheils nur für das Auge, nicht aber für die Sprache unterscheidbar sind; denn es hält oft sehr schwer, sie durch Beschreibungen genau zu charakterisiren.

ist mit zahlreichen eckigen Zellen oder rundlichen Blasenräumen versehen, deren Wände rauh oder feindrusig sind; an sie schliesst sich die löcherige, zerfressene und schlackenähnliche Rauchwacke an. Die gegliederte Rauchwacke ist eine merkwürdige Varietät, welche bei Leimbach zwei dünne Schichten bildet, die aus cylindrischen Zapfen mit stark geriefter Oberfläche bestehen, deren jeder $^1/_2$ bis 1 Zoll dick und aus mehren Gliedern zusammengesetzt ist. Aehnliche, nur etwas stärkere Schichten finden sich zu Cresfeld, Hettstädt, Burgörner, Wiederstädt, Obersdorf u. a. O.

Selbst die dichteste Rauchwacke enthält hier und da kleine drusige Poren, oder Risse mit feindrusigem Ueberzuge; in der blasigen und zelligen Rauchwacke nimmt dieses Verhältniss zu, endlich erscheint Alles zerklüftet und wie durch einander gerüttelt, so dass man „kein Flötz vor sich zu haben meint, das noch auf seiner ersten Lagerstätte liegt, sondern sich unter einem Haufen mächtiger, unförmlicher Massen und Bruchstücke zu befinden glaubt, die nur lose über einander gestürzt sind." Die Cavitäten gehen endlich in förmliche Höhlen und Schlotten über.

Wenn die Rauchwacke stellenweise eine sehr lockere, krystallinisch-körnige Textur entwickelt, und daher aus sandartigen, und aus steinartigen, ganz unregelmässig durch einander vorkommenden Partieen zusammengesetzt ist, so pflegt sie immer eine entschiedene dolomitartige Natur zu besitzen, und stellt dann diejenigen, durch ihre rauhen, zerborstenen und höhlenreichen Felsmassen ausgezeichneten Dolomit-Varietäten dar, welche von Voigt Rauhkalk, von Freiesleben Rauhstein, von Anderen auch wohl rauher Kalkstein oder Höhlenkalkstein genannt worden sind.

Diese merkwürdigen Dolomite sind es, von welchen Heim zuerst die Vermuthung aufstellte, dass sie metamorphische Gesteine seien. Ihre Bänke und Schichten, wenn sie überhaupt erkennbar sind, erscheinen verschoben, zerbrochen, und die Bruchstücke unordentlich über einander gehäuft; dabei werden die Felsen von senkrechten Spalten und Rissen durschsetzt. Im Innern enthalten sie viele kleinere und grössere Höhlungen, von der Grösse einer Faust bis zu erstaunlichen Gewölben, welche bisweilen mit einander zusammenhängen, und abwechselnde Erweiterungen und Verengungen bilden. (Hohle Stein bei Gumpelstadt und bei Altenstein, hohle Scheuer bei Liebenstein am Thüringer Walde). Mit diesem löcherigen Gesteine sind aber auch dichte, unförmliche Massen, ohne leere Räume, ohne Spur von Schichtung und Zerklüftung verbunden. Bei der Verwitterung löst sich dieser cavernose Dolomit zu rundlichen Massen auf, die endlich in groben Sand zerfallen; weil aber der Stein nicht gleichmässig verwittert, so wird seine Oberfläche dadurch noch rauher und höckeriger. Was die grösseren Höhlen betrifft, so sind sie in der Hauptsache einander ziemlich ähnlich: „durch bogenförmig gekrümmte Dolomitbänke geht in der Mitte eine Spalte hindurch, die sich bald weit aufthut, bald eng zusammenzieht;" diess fällt besonders bei der Liebensteiner Höhle in die Augen, ist aber auch an den Höhlen von Altenstein und Glücksbrunn zu erkennen. Heim, Geol. Beschr. d. Thür. Waldgebirges, II, Abth. V, 1806, S. 93 ff. —

Die Asche, eine der sonderbarsten Bildungen, ist ein sehr feinsandiger oder staubartiger, meist grauer Dolomit, welcher gewöhnlich zwischen der Rauchwacke und dem Stinkstein liegt, und eine sehr schwankende Mächtigkeit (von 1 bis 50 F. und darüber) besitzt. Sie geht übrigens durch alle Grade der Consistenz aus dem ganz losen, durch den zerreiblichen bis in den festen Zustand über, und schliesst sich auf diese Weise unmittelbar an die Rauhsteine an, welche oft selbst nichts Anderes, als eine ganz unregelmässige Combination, ein wildes Durcheinander-Vorkommen von sandigem Dolomit und festem Dolomit, von Asche und Rauchwacke sind.

Nach Karsten hat die Asche die normale Zusammensetzung des Dolomites, und schon Freiesleben bemerkte, dass sie bisweilen nur ein Aggregat von mikroskopisch kleinen Dolomitkrystallen ist, welche Rauchwacke oder Rauhstein bilden würden, wenn sie nicht lose, sondern fest mit einander verwachsen wären. Uebrigens ist die Asche im feuchten Zustande dunkelbraun bis bräunlichschwarz, im trocknen Zustande hellfarbiger, an der Luft aber bleicht sie, und wird endlich aschgrau und graulichweiss; sie ist gewöhnlich bituminös, stinkend und braust mit Säuren stark. Schaumkalk und Stinksteinfragmente sind die einzigen bemerkenswerthen Accessorien.

Stinkstein bildet ein wesentliches und sehr bezeichnendes Glied der oberen Abtheilung des Thüringer Zechsteins, und erscheint entweder als lagerhaftes, geschichtetes Gestein, oder als Stinksteinbreccie, von sehr verschiedener Mächtigkeit.

Der lagerhafte Stinkstein ist braunlichschwarz bis dunkel blaulichgrau, oft graulichschwarz gefleckt, doch auf verwitterten Flächen grau oder gelb, dünn- und geradschieferig, oder doch deutlich geschichtet, häufig zerklüftet, und auf den Klüften mit schönen dendritischen Zeichnungen versehen. Selten hat er eine oolithische oder pisolithische Structur, wie bei Herzberg am Harze. Seine Schichtung ist zwar sehr ausgezeichnet, aber selten regelmässig weit fortsetzend, meist unbeschreiblich verworren, entweder zickzackförmig gefaltet, oder wellenförmig gebogen, ja bisweilen cylindrisch zusammengerollt, wobei oft innerhalb kurzer Distanzen die manchfaltigsten Wechsel der Form und Lage vorkommen. Besonders merkwürdige Beispiele dieser Structur findeu sich im heiligen Grunde bei Leimbach, andere bei Hettstädt, Wiederstädt, Frankenhausen u. a. O.

Die Stinksteinbreccie ist entweder von lockerer oder von fester Consistenz; die erstere Varietät findet sich da, wo der Stinkstein über Asche gelagert ist, indem dann seine untersten Lagen zu lauter Fragmenten zerbrochen erscheinen, welche ohne irgend eine bestimmte Lage, kreuz und quer in die Asche eingeknätet sind; dergleichen Varietäten finden sich z. B. bei Wimmelburg, Cresfeld, Hergisdorf und in der Gegend von Sangerhausen.

Die feste Varietät besteht aus Stinksteinfragmenten, welche in einem rauchwackenähnlichen Cämente fest eingewachsen sind.

Der Gyps ist ein, wesentlich der oberen Abtheilung angehöriges Gestein, jedoch keinesweges überall vorhanden, obwohl er stellenweise und strichweise eine sehr bedeutende Ausdehnung gewinnt, weshalb er denn auch von Freiesleben sehr richtig nicht als ein den übrigen Gliedern coordinirtes, sondern mehr als ein subordinirtes Glied der Zechsteinbildung betrachtet wurde.

Feinkörniger bis dichter, weisser Gyps, oder Alabaster, ist das wesentliche und oft vorherrschende Gestein; allein gewöhnlich ist er mit Bitumen oder auch mit Stinksteinsubstanz so innig imprägnirt und gemengt, dass er entweder eine gleichmässig graue Farbe, oder eine sehr verschiedenartige Farbenzeichnung von grau oder hellbraun in weissem Grunde zeigt. Hier und da erscheint auch grosskörniger, z. Th. prächtig krystallisirter und strahliger Gyps; der reine, weisse, als Fraueneis ausgebildete Gyps bildet grosse Nester und Drusen, oft von vielen Ellen Durchmesser, der strahlige Gyps regelmässige Kugeln im feinkörnigen Gypse; auch kommen oft grössere Gyps-Individuen porphyrartig eingesprengt vor. Fasergyps findet sich nur selten.

Der Zechsteingyps ist gewöhnlich sehr undeutlich oder gar nicht geschichtet, aber vielfältig zerklüftet, zerrissen und ausgenagt; er bildet mächtige Lagerstöcke, oder auch weit fortsetzende, aus an einander gereihten Stöcken bestehende Zonen, und wird meistentheils von Dolomit und Rauchwacke oder von Stinkstein begleitet, ohne jedoch eine bestimmte Lagerungsstelle zu behaupten, indem er zwar in der Regel über dem Zechsteine, aber bald unter, bald zwischen, bald über den oberen Gliedern der Formation auftritt. Uebrigens ist er nur hier und da zur Ausbildung gelangt, und keinesweges als ein beständiges, und überall vorhandenes Glied der Zechsteinbildung zu betrachten.

Die grösseren Gypsstöcke umschliessen nicht selten in ihrem Innern feinkörnigen Anhydrit, aus dessen allmäliger Umwandlung der Gyps hervorgegangen ist, weshalb denn auch dieses Gestein eine nicht unwichtige Rolle in der Zechsteinbildung spielt.

Der Gyps, sagt Plümicke, ist seiner Masse nach das bedeutendste, seiner Structur nach das veränderlichste, seiner Entstehung nach das räthselhafteste aller Gesteine der Zechsteinformation. Wenn rein, ist er weiss und dicht oder sehr feinkörnig; allein der weisse bildet nur kleine Partieen; grau ist die Hauptfarbe, gebildet durch innig beigemengten Stinkstein, der ihn auch in Adern und Trümern durchzieht. Trümer von dunkelrauchgrauem blättrigen Gyps und Nester von Rauhstein sind häufig; Schichtung fehlt, und das Gestein tritt massig in Stöcken und Klötzen auf. Alle Schächte, die den Gyps auf 10 und mehre Lachter Tiefe durchsunken haben, trafen im Innern Anhydrit, welcher eben so mit Stinkstein (oder Bitumen) imprägnirt ist. Der Gyps und

der Anhydrit gehören der oberen, über dem Zechsteine liegenden Abtheilung der Formation; oft folgen sie unmittelbar auf den Zechstein, bisweilen haben sie Rauchwacke oder Asche unter sich. Besonders mächtig und ausgedehnt erscheint der Gyps bei Wolferode und Wimmelburg, Helbra, Burgörner und Sangerhausen. Ganze Berge bildend erscheint er in einem 6 Meilen langen Zuge von Osterode bis Obersdorf bei Sangerhausen, und bildet in diesem Zuge den Katzenstein bei Osterode, den Sachsenstein bei Walkenried, den Kohnstein bei Ilefeld, die Mooskammer bei Mohrungen. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1845, S. 158 ff.

Mit Verwunderung, sagt Leopold v. Buch, habe ich oft die grosse Mauer von Gyps angesehen, welche den südlichen Rand des Harzes fast in seiner ganzen Länge umgiebt; es ist vielleicht die bedeutendste Gypsmasse in Europa, ein wahres kleines Gebirge von Gyps. Rauchwacke, Dolomit ist auch in diesem Gebirge unausgesetzt der Begleiter des Gypses, aber nicht etwa in regelmässiger Abwechslung, sondern in Massen neben einander, grösstentheils eben so sonderbar in ihren Formen, als das ganze Gebirge selbst. Leonhards Min. Taschenb. für 1824, S. 471.

Credner sprach sich über den Zechsteingyps folgendermaassen aus. Gyps und Dolomit stehen zu einander in einer gewissen Wechselbeziehung; der Dolomit scheint stets den Gyps, nicht dieser den Dolomit zu begleiten. In der Regel nehmen beide ihre Stelle zwischen dem Zechstein und dem Stinkstein ein, und zwar so, dass der Gyps unter oder zwischen Dolomit zu liegen kommt. Der Gyps ist meist lichtgrau bis graulichweiss, oft gestreift, dicht bis feinkörnig, besonders an seinen Gränzen durch Thonlagen verunreinigt. Seinen dichten Varietäten gesellen sich hier und da Körner und Lagen von späthigem Gyps bei; bisweilen bildet dieser grosse Nester von colossalen, zu einer grosskörnigen Masse zusammengehäuften Krystallen, wie am Büchig bei Reinhardtsbrunn. Auch erdiger und schaumiger Gyps sind ihm nicht fremd. Noch beachtenswerther ist das gleichzeitige Vorkommen von Anhydrit, besonders im Mansfeldischen und am Harzrande. Bei Osterode sieht man den Anhydrit, welcher einzelne Kerne im Gyps zu bilden scheint, durch allmälige Aufnahme von Wasser in diesen übergehen. In dem Gypse des Thüringer Waldes wurde er bis jetzt noch nicht vorgefunden; doch verdient es bemerkt zu werden, dass Glenck bei seinen verschiedenen Bohrversuchen in der Gegend von Gera stets Anhydrit antraf*). Wo der Zechsteingyps mächtiger entwickelt ist, wie am südlichen Harzrande, da zeigt er sich als massiges Gestein, von regellosen Klüften durchzogen, ohne Spur von Schichtung. Ist seine Mächtigkeit geringer, so erscheint er von Thon begleitet, als ein mehr oder weniger starkes, wellenförmiges Zwischenlager zwischen den Kalksteinen, ihnen nicht selten in dünnen, mit buntgefärbtem Mergel und Thon abwechselnden Schichten conform gelagert. Uebers. der geognost. Verh. Thüringens und des Harzes, 1843, S. 77. —

*) Auch bei Stassfurth ist der Anhydrit 148 F. tief durchbohrt worden. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 21, 1847, S. 487. Uebrigens soll nach Voigt ein Theil der sehr mächtigen ungeschichteten Gyps-Ablagerung von Ilmenau Anhydrit sein. Geschichte des Ilmenauischen Bergbaus 1821, S. 87.

Ein in nationalökonomischer Hinsicht äusserst wichtiger Begleiter des Zechsteingypses ist Steinsalz, dessen Vorhandensein im Schoosse der Zechsteinformation wegen der in ihrem Gebiete vielorts hervorbrechenden Soolquellen schon lange vermuthet worden war, bis endlich in neuerer Zeit durch Bohrversuche das Steinsalz in mächtigen Stöcken oder Lagern an mehren Punkten nachgewiesen worden ist. Die permische Formation ist also auch eine salzführende Formation, und es unterliegt gegenwärtig gar keinem Zweifel mehr, dass viele und recht bedeutende Salinen ihre Soole aus den Steinsalz-Ablagerungen beziehen, welche hier und da, mit Gyps, Anhydrit und Mergeln, im Gebiete der oberen Abtheilung der Zechsteinbildung vorkommen.

Werner und Freiesleben hatten schon lange aus dem Vorkommen von Steinsalztrümern im Gypse von Bottendorf*) und aus den zahlreichen Thüringischen Salzquellen auf die Existenz von Steinsalzlagern im Zechsteingypse geschlossen. Diese Folgerung wurde im Jahre 1831 durch Glenk auf eine glänzende Weise bestätigt, als er bei Langenberg unweit Gera das Steinsalz erbohrte, welches die Gründung der Saline Heinrichshall zur Folge hatte. Später (im Jahre 1837) wurde auch zu Artern in Thüringen, unter der Buntsandsteinformation, und unter einer 173 F. mächtigen Gypsmasse des Zechsteins das feste Steinsalz in 986 F. Tiefe erbohrt, so dass die dortige Saline jetzt eine fast gesättigte Soole versiedet. Bei Stassfurth, 4 Meilen südlich von Magdeburg, ist gleichfalls, nach Durchbohrung des bunten Sandsteins, 67 F. Gyps, 148 F. Anhydrit, 29 F. Mergel, Gyps, Kalkstein nebst Boracit, und dann 154 F. tief in Steinsalz gebohrt worden, nachdem solches dort überhaupt in einer Tiefe von 826 F. erreicht worden war. Auch bei Salzungen hat man, ungefähr 500 F. unter dem Spiegel der Werra, ein der Zechsteinbildung zugehöriges Steinsalzlager nachgewiesen. Alle diese Resultate und die anderweiten geognostischen Verhältnisse lassen es wohl als erwiesen betrachten, dass auch die Salinen von Halle, Dürrenberg, Kötschau und Teuditz ihre Soole aus der Zechsteinformation beziehen. — Interessant ist das bei Stassfurth erbohrte Vorkommen eines feinkörnigen bis dichten Boracitgesteins zwischen dem Gypse und Steinsalze.

Die bedeutenderen Ablagerungen des Zechsteingypses umschliessen oftmals Höhlen, die sogenannten Kalkschlotten, oder richtiger Gypsschlotten, welche in ihrer Form, Grösse und Verbindung sehr verschieden, und höchst wahrscheinlich durch allmälige Auswaschung entstanden sind. Sie pflegen bis auf eine gewisse Höhe mit Wasser erfüllt zu sein, stehen nicht selten in gegenseitigem Zusammenhange, und bilden dann wohl grosse Züge, die sich bisweilen stundenweit erstrecken. Einer der schönsten Schlottenzüge findet sich bei Wimmelburg; grosse,

*) Ueber dieses Vorkommen giebt Freiesleben ausführliche Nachricht im Magazin für die Oryktographie von Sachsen, Heft X, 1839, S. 7.

domartige Gewölbe wechseln mit engen Schlünden von bizarren Formen, und schlauchartige Canäle steigen zuweilen von der Kuppel der Gewölbe, 40 bis 60 Fuss hoch, wie Schornsteine, aufwärts. Auch viele der in Thüringen und Mansfeld bekannten Erdfälle verdanken ihre Entstehung dem Einsturze solcher Schlottengewölbe.

Nächst den Wimmelburger Schlotten sind die von Helbra die merkwürdigsten; schauerlicher, aber weniger schön als jene. Andere kennt man bei Sangerhausen, Leinungen, Stolberg, Wickerode, Questenberg, Ellrich, und am Kiffhäuser. Die sogenannten Seelöcher bei Zabenstädt sind tiefe Bassins von 40 bis 70 Fuss Durchmesser, und rühren, eben so wie der Hungersee bei Questenberg, und viele andere Seelöcher in den Umgebungen des Harzes, jedenfalls von eingestürzten Gypsschlotten her; ja, Freiesleben vermuthete, dass selbst die beiden Mansfelder Seen ihre Entstehung ähnlichen Ursachen zu verdanken haben mögen. Auch war derselbe ausgezeichnete Forscher der Meinung, dass wohl die erste Bildung der Gypsschlotten durch Nester und Stöcke von Steinsalz bedingt gewesen sein möge, welche leicht aufgelöst wurden, und nach deren Entfernung das Wasser freien Spielraum zur weiteren Auflösung und Erosion des Gypses selbst gewann. Dagegen ist Plümicke nicht geneigt, dieser Ansicht beizutreten, indem er die ursprüngliche Bildung dieser Höhlenräume in grossen, blasenartigen Auftreibungen sucht, welche mit der plutonischen Entstehung des Gesteins verbunden waren; doch seien die Wände dieser Blasen später vielfach ausgewaschen und ausgenagt worden. A. a. O. in Karstens und v. Dechens Archiv, S. 162.

Was die Entstehung des Zechsteingypses anlangt, so ist schon vor längerer Zeit die Ansicht ausgesprochen worden, dass er ein metamorphisches Gebilde, ein aus der Umwandlung anderer Gesteine hervorgegangenes Gestein sei. Anfangs wurde diese Ansicht in der Weise aufgefasst, dass man sich die Kalksteine der Zechsteinbildung durch Schwefelsäure stellenweise in Gyps, oder auch durch andere unterirdische Agentien theils in Gyps, theils in Dolomit verwandelt dachte. Gegenwärtig ist es aber, besonders durch die schönen Untersuchungen Hausmanns, als erwiesen zu betrachten, dass der Zechsteingyps ursprünglich Anhydrit gewesen, und im Laufe der Zeiten durch eine sehr langsam vorwärts schreitende Metamorphose zu seiner dermaligen Ausbildung gelangt ist. Aus dieser Ansicht lassen sich auch jene auffallenden Biegungen und Aufrichtungen, Zusammenpressungen und Zertrümmerungen der angränzenden Gebirgsschichten erklären, welche so häufig in den Umgebungen des Zechsteingypses vorkommen, und die Hypothese seiner eruptiven Entstehung veranlasst haben. Denn die bedeutende Anschwellung, welche die Anhydritstöcke bei ihrer Umwandlung zu Gyps erfuhren, dieses gewaltige Wachsthum durch Intussusception musste nothwendig ganz ausserordentliche Störungen in der Architektur der umgeben-

den Massen zur Folge haben. Wenn also der Zechsteingyps als ein epigenetisches Gebilde nach Anhydrit zu betrachten ist, so sehen wir uns auf die zweite Frage nach der Entstehung dieses Anhydrites gedrängt. Hausmann und Karsten haben sich für eine eruptive Bildung desselben ausgesprochen, wogegen Bischof einen sedimentären Ursprung geltend zu machen sucht, der wohl auch weit mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die schon von Gerhard ausgesprochene Vermuthung, dass der Zechsteingyps das Product einer Veränderung des Kalkflötzes sei, finden wir noch bestimmter bei Freiesleben, welcher im Jahre 1808 die Fragen aufstellte, ob vielleicht die Rauchwacke und der Stinkstein Veranlassung zur Bildung des Gypses gegeben hätten, und ob vielleicht durch den Zutritt von Schwefelsäure die Kohlensäure aus ihrer Verbindung mit dem Kalke ausgeschieden worden sei. Dieselbe Idee wurde später von Hoffmann erfasst, welcher jedoch, in nicht ganz klarer Weise, mit ihr die Ansicht einer eruptiven oder intrusiven Bildung der Gypsmassen verband*). Leopold v. Buch, welcher in der so häufigen Association von Gyps und Dolomit einen tieferen Causalzusammenhang erkannte, sprach die Ansicht aus, dass der Gyps am Südrande des Harzes, eben so wie der dortige Dolomit, ein durch unterirdische Wirkungen veränderter Kalkstein, und folglich erst später dasjenige geworden sei, was er jetzt ist. Leonhards Min. Taschenb. 1824, 472. Frapolli war der Meinung, der Zechsteingyps sei auf nassem Wege in der Weise gebildet worden, dass der im Meere aufgelöste kohlensaure Kalk durch schwefelige Säure, welche aus dem Innern der Erde kam, als Gyps niedergeschlagen wurde. Poggend. Ann. Bd. 69, 1846, S. 499. Diese Meinung ist jedoch von Bischof als gänzlich unhaltbar zurückgewiesen worden. Lehrb. der Geol. II, S. 182 f.

Hausmann sagte: Dass ein grosser Theil des Flötzgypses zu den abnormen Massen gehört, und dass namentlich die zum Theil in Gyps umgewandelten Anhydritmassen, welche in der Nähe des südwestlichen und südlichen Harzrandes verbreitet sind, durch ein Emporsteigen ihre jetzige Gestalt und Stellung angenommen haben, zeigt sich eben so entschieden, als dass die grossen Störungen, welche die ursprüngliche Lage der jüngeren Flötze im nordwestlichen Deutschland erlitten haben, mit dem Vorkommen von Gypsmassen im genauen Zusammenhange stehen. Dass der schwefelsaure Kalk sich längs des südlichen Harzrandes in so gewaltigen Massen erhoben hat, wogegen am nördlichen Rande nur wenig davon hervorgedrungen ist, mag wohl darin begründet sein, dass die aufwärts strebenden Massen desselben und die sie unterstützenden Dämpfe dort einen weit geringeren Druck zu überwinden hatten, als hier, wo die Flötze bis zur Kreide aufgeschichtet lagen**). In ähnlichem Sinne sprach sich Karsten aus: Anhydrit und Steinsalz müssen, eben so wie jedes andere plutonische Gestein, in stockförmigen Massen durch die Schichten der schon abgelagerten Bildungen getrieben worden sein; sie müssen beim Aufsteigen nothwendig Spalten gebildet und das

*) Geogn. Beschr. des Herzogth. Magdeburg, 1823, S. 94 und 85 ff.
**) Ueber die Bildung des Harzgebirges, 1842, S. 145.

geschichtete Gestein verdrängt, seine Schichten aufgerichtet und zerrissen haben, um sich den Weg bis zur Erdoberfläche zu bahnen.“ Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 551. Die an solche Ansichten sich nothwendig knüpfende Folgerung, dass die Gypse überhaupt als independente, gar nicht zu denjenigen Formationen gehörige Bildungen zu betrachten seien, in deren Gebiete sie auftreten, hat denn doch Vieles gegen sich, weshalb wir uns dem Urtheile Beyrich's anschliessen müssen, dass denen in der Natur vorliegenden Verhältnissen nur die Auffassung der älteren teutschen Geognosten entsprechen dürfte, welche den Gyps (oder Anhydrit) seiner Entstehungszeit nach als gebunden ansahen an diejenigen Formationen, von welchen er eingeschlossen ist, daher den Gyps der Zechsteinformation als älteren Flötzgyps unterschieden von den jüngeren, dem Buntsandsteine, Muschelkalk und Keuper angehörenden Gypsmassen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 311.

Zum Schlusse mögen noch einige Bemerkungen über die gangartigen Gebilde folgen, welche in der Zechsteinbildung so häufig vorkommen, oft nur auf ihre Schichten beschränkt sind, bisweilen aber auch in die tieferen Formationen verfolgt werden können, und mit der Erzführung des Kupferschiefers in einem gewissen Zusammenhange zu stehen scheinen.

Dieselben erscheinen theils nur als Klüfte, Kämme und Rücken, theils aber auch als wirkliche Gänge, welche jedoch bald nach der Bildung des Zechsteins entstanden sein mögen. Sie bestehen grösstentheils aus Kalkspath, Baryt, Quarz, und führen ausserdem mancherlei Kupfererze, Bleiglanz, Kobalt- und Nickelerze. Sie unterbrechen das Kupferschieferflötz nicht nur in seiner Ausdehnung, sondern verwerfen dasselbe auch häufig, was bisweilen auf viele Lachter Tiefe der Fall ist. Auch wirken sie auf den Metallgehalt des Flötzes, welchen sie gewöhnlich im armen Felde vermehren, im reichen Felde vermindern sollen.

Vorzüglich häufig sind sie in der Gegend von Bottendorf, Camsdorf, Saalfeld, Glücksbrunn, Bieber, Riechelsdorf, und nicht selten bilden sie einen wichtigeren Gegenstand des Bergbaus, als der Kupferschiefer selbst.

§. 373. *Zechsteinbildung in anderen Gegenden Teutschlands.*

Nachdem wir in Thüringen den Normaltypus der teutschen Zechsteinbildung kennen gelernt haben, müssen wir noch einige andere, in Teutschland gelegene Territorien dieser Bildung in Betrachtung ziehen, theils um die mancherlei Modalitäten ihrer Entwickelung kennen zu lernen, theils um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass sie oftmals in einer fast völligen Unabhängigkeit vom Rothliegenden auftritt, während sie bisweilen nur als eine (ziemlich unbedeutende) Einlagerung in der obersten Etage des Rothliegenden erscheint.

1) Zechsteinbildung bei Camsdorf.

Von Ilmenau, am Thüringer Walde, lässt sich das Ausgehende der Zechsteinbildung nach Osten über Königssee, Blankenburg, Saalfeld, Camsdorf, Pösneck und Neustadt bis gegen Weyda hin verfolgen. In dieser, über 11 Meilen langen Linie ist die Gegend von Camsdorf von ganz besonderem Interesse, woselbst durch den Bergbau eine eigenthümliche Ausbildung der Formation nachgewiesen worden ist. Zwar lässt sich auch dort noch, wie überall in Thüringen, eine untere und eine obere Abtheilung unterscheiden; allein, wie schon die erstere Abtheilung in den Verhältnissen des bituminösen Mergelschiefers, so lässt noch weit mehr die zweite Abtheilung eine sehr auffallende Abweichung von den anderweit bekannten Verhältnissen darin erkennen, dass die Rauchwacke fast nur durch den sogenannten Eisenkalkstein, und der Stinkstein durch mergelige Schieferletten ersetzt wird. Auch sind die Verhältnisse der Erzführung ziemlich abweichend von denen, wie sie in Mansfeld Statt finden. Aehnliche Erscheinungen sind auch bei Saalfeld, und überhaupt an mehren Punkten dieser Südgränze des Thüringer Bassins erkannt worden.

Der bituminöse Mergelschiefer ist zwar etwas weniger bituminös und weit ärmer an Erzen, übrigens aber seiner Gesteinsbeschaffenheit nach dem Mansfelder Kupferschiefer sehr ähnlich. Seiner Lagerung nach erscheint er jedoch etwas verschieden, indem er nicht immer als ein selbständiges Flötz zwischen dem Grauliegenden und dem Zechsteine vorhanden, sondern zuweilen den unteren Schichten des Zechsteins eingelagert oder auch, nach Freiesleben, in zwei verschiedenen Flötzen ausgebildet ist. Die fein eingesprengt, angeflogen und in Schnürchen vorkommenden Erze sind meist Bleiglanz, Fahlerz und etwas Speiskobalt, allein fast niemals in bauwürdiger Menge vorhanden. Der Zechstein hat, bei 15 bis 40 Fuss Mächtigkeit, die gewöhnliche Beschaffenheit.

Dagegen zeigt die obere Abtheilung eine ganz eigenthümliche Ausbildung. Das wesentliche Gestein derselben ist nämlich der sogenannte Eisenkalkstein; ein meist gelblichbrauner, poroser und zerfressener, selten oolithischer, sehr undeutlich geschichteter und ausserordentlich eisenreicher Kalkstein. Klüfte und Drusenhöhlen durchziehen ihn nach allen Richtungen; in ihnen sind Eisenspath, öfter noch Kalkspath und Baryt, selten Aragonit ausgebildet, während der noch übrige leere Raum mit Eisenocker erfüllt ist. Ausserdem umschliesst dieser Kalkstein viele Nester und ungestaltete Stöcke von Brauneisenerz, welche $^1/_2$ bis 4 Lachter mächtig, und ohne regelmässige Begränzung im Gesteine vertheilt sind. Diese Stöcke bestanden höchst wahrscheinlich ursprünglich aus Eisenspath, welcher in ihnen noch jetzt in der Form von kleinen Nestern, gleichsam in unverändert gebliebenen Kernen, enthalten ist, übrigens aber auch lagerartig als eine besondere, unter dem Namen des Glimmerflötzes bekannte Schicht im Kalksteine auftritt. — Graue und röthliche, sehr thonige Mergel, dergleichen schon mit dem oberen Theile des

Eisenkalksteins wechseln, treten endlich rein auf, und enthalten häufig flache Stöcke von Gyps, oder Schichten von gelblichgrauem, sandigkörnigem, selten stinksteinartigem Kalkstein, welcher zuweilen selbständig wird, und dann wohl eine Mächtigkeit von 70 bis 80 Fuss erreicht*).

Der Eisenkalkstein erscheint offenbar als das Aequivalent des Dolomites, während die Mergel mit ihren Einlagerungen den Stinkstein vertreten. Abgesehen von manchen anderen Umständen scheint daher statt der kohlensauren Magnesia kohlensaures Eisenoxydul im Spiele gewesen, und dadurch der Eisenkalkstein, zwar noch mit dem Habitus, nicht aber mit der chemischen Zusammensetzung des Dolomites entstanden zu sein. Es mögen also hier, am südlichsten Rande des Thüringer Bassins, etwas andere Verhältnisse gewaltet haben, als im mittleren und nördlichen Theile desselben.

2) Zechstein am Fusse des Spessart.

In den Maingegenden tritt auf der Westseite des Spessart an mehren Punkten, besonders bei Kahl, Bieber, Gelnhausen, Büdingen, Soden, Dettingen und Aschaffenburg die Zechsteinbildung unter dem Buntsandsteine und über dem Grauliegenden hervor, während sich das eigentliche Rothliegende zugleich nur bei Bieber zeigt, obgleich es weiterhin bei Vilbel und Naumburg eine ziemliche Ausbreitung gewinnt. Die interessantesten Aufklärungen über diese südlichsten Vorkommnisse der teutschen Zechsteinbildung gewährt die Gegend von Bieber, wo die Formation durch Bergbau aufgeschlossen ist, und über dem Grauliegenden mehre Glieder unterscheiden lässt, unter denen sich auch hier, wie bei Camsdorf und Saalfeld, Brauneisenerz in der oberen Abtheilung auszeichnet.

Der Kupferschiefer ist bei Bieber in ziemlich bedeutender Mächtigkeit vorhanden, schwärzlichbraun bis rauchgrau, bituminös, zuweilen mit Blasenräumen versehen, in denen Baryt, Eisenspath oder Kalkspath vorkommen, und nach unten bald reichlich bald sehr spärlich mit Kupfererzen imprägnirt; auch Kobalterze kommen besonders in der Nähe von Gängen vor. Nach oben geht der Kupferschiefer in einen sehr thonigen schiefrigen Mergel von hellgrauer Farbe, den sogenannten Kupferletten, über, welcher erzleer, doppelt so mächtig als der Kupferschiefer, und das Aequivalent des Thüringer Dachflötzes ist. Darüber folgt ein bituminöser, asch- bis rauchgrauer, nach unten ganz ungeschichteter und nur stark zerklüfteter, nach oben immer deutlicher und dünner geschichteter Kalkstein von 20 bis 30 F. Mächtigkeit, welcher den Zechstein vertritt. Theils unter, theils über diesem Kalksteine liegt ein 8 bis 12 und mehre Fuss mächtiges Lager von Brauneisenerz, mit Psilomelan, Pyrolusit, Rotheisenrahm, Hornstein und Baryt. Den Beschluss macht bei Büdingen und anderen Orten eine, 40 bis 100 F. mächtige Ablagerung von licht aschgrauem, bald sandartig zerreiblichem, bald festem Dolomit, welcher

*) Tantscher, in Karstens Archiv, Band 19, 1829, S. 333 f. und Freiesleben, geogn. Arbeiten, III, S. 217 ff.

bei Büdingen auch die zapfenförmige oder cylindrische Structur zeigt, von etwas isabellgelber Asche, und endlich von blaulich oder gelblich grauem Mergelschiefer bedeckt wird *).

In der Gegend von Aschaffenburg besteht die Zechsteinbildung aus bituminösem Mergelschiefer, Zechstein und Rauchwacke nebst Asche. Bei Soden, wo der erstere fehlt, ist der Zechstein zuweilen sehr kieselig, und wechselt mit dünnen Lagen eines schönen Rogensteins; auch bei Schweinheim liegt der Zechstein unmittelbar auf dem Grauliegenden, ohne Zwischenlagerung des bituminösen Mergelschiefers.

Die bei Soden unter dem Buntsandsteine hervorsprudelnde Salzquelle lässt vermuthen, dass die Zechsteinbildung auch in diesen Gegenden mit Steinsalz gesegnet sei. Kittel, Skizze der geogn. Verh. von Aschaffenb. S. 54.

3) Zechstein bei Allendorf, Riechelsdorf und Frankenberg in Kurhessen.

Bei Allendorf an der Werra liegt das bituminöse Mergelschieferflötz unmittelbar auf Thonschiefer und Grauwacke; es ist 18 bis 28 Zoll mächtig, in früheren Zeiten stellenweise auf Kupfererze bebaut worden, und wird von einem blaulichen und schwärzlichgrauen, dichten, geschichteten Kalksteine, dem Zechsteine, überlagert, welcher am Weimarsteine die zapfenförmige Structur, oder vielmehr die Stylolithenbildung in seltener Schönheit zeigt. Ueber diesem Kalksteine folgen dann die Rauchwacke, der höhlenreiche Rauhstein, und endlich der Zechsteingyps, so dass also die Zechsteinbildung hier in ziemlicher Vollständigkeit vorzuliegen scheint.

Die am Weimarsteine vorkommende zapfenförmige Structur ist nach der Beschreibung, welche Hundeshagen von ihr giebt, eine wirkliche Stylolithenbildung. Sie scheint nur auf den Schichtenwechseln ausgebildet zu sein; die Zapfen sind sehr regelmässig, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll lang, $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll dick, der Länge nach stark gestreift und gefurcht, und dergestalt geordnet, dass die Zapfen der oberen Schicht zwischen die der unteren Schicht eingreifen, und *vice versa*, wodurch denn eine förmliche Verzahnung beider Schichten hervorgebracht wird, welche Hundeshagen mit den Suturen der Schädelknochen vergleicht. An der ganzen, 24 F. hohen Felswand sieht man in Zwischenräumen von 8 bis 12 Zoll diese verzahnten Schichtenwechsel hinlaufen.

Auch die Rauchwacke und der Rauhstein sind in der Gegend von Allendorf sehr entwickelt, und bilden dort viele, zum Theil sehr grotteske Felsen. Sie entfalten eine grosse Manchfaltigkeit des Gesteinshabitus, erscheinen aber doch vorherrschend als cavernoser Dolomit, voll runder Löcher oder eckiger Zellen, welche letztere durch Wände von festerer Gesteinsmasse gebildet werden, und mit einer sandigen Dolomit-Varietät oder mit Asche erfüllt sind,

*) Klipstein, Versuch einer geogn. Darstellung des Kupferschiefergebirges der Wetterau; und v. Dechen, Geognostische Umrisse der Rheinländer, II.

die leicht herauswittert, und dann ein bloses Zellenskelet zurücklässt. Die Felsen haben daher ein ausgenagtes, zerfressenes und zerborstenes Ansehen; dabei fehlt jede Spur von Schichtung, während das Gestein von senkrechten Klüften und Spalten vielfältig durchschnitten wird. Ueber der Rauchwacke, welche oft stinksteinähnlich wird, liegt endlich noch an vielen Orten ein weisser, feinkörniger Gyps in grossen isolirten Stöcken*).

Etwas abweichend erscheint die Ausbildung der Zechsteinformation bei Riechelsdorf, welches durch die vielen dort vorkommenden Fisch- und Pflanzenreste berühmt worden ist; die Abweichung betrifft jedoch nur die obere Abtheilung, und besteht wesentlich darin, dass derselben in zwei verschiedenen Niveaus nicht unbedeutende Ablagerungen von braunlichrothem Letten eingeschaltet sind; von einem Gesteine, dem man sonst in der Zechsteinbildung nicht zu begegnen pflegt, während dasselbe im Rothliegenden eine sehr wichtige Rolle spielt, mit welchem daher durch dieses Vorkommen der Zechstein von Riechelsdorf in eine weit innigere Verknüpfung gebracht wird, als solches ausserdem der Fall ist. Uebrigens ist die Gliederung der dortigen Zechsteinbildung fast ganz dieselbe, wie in Thüringen und Mansfeld.

Nach Heuser folgt über dem Rothliegenden, mit einer ungewöhnlichen, 10 bis 12 Lachter betragenden Mächtigkeit, das Grauliegende, welches von seiner Oberfläche herein etwa einen Zoll tief mit Bitumen und Kupfererzen imprägnirt und so weit bauwürdig ist. Darüber lässt nun die eigentliche Zechsteinbildung folgende Glieder unterscheiden:

A. Untere Abtheilung.

a) Kupferschiefer, 20 bis 28 Zoll mächtig, schwarz, geradschieferig, fest, beim Anschlagen stinkend, oft stark zerklüftet, und nur in der untersten, 4 bis 6 Zoll starken Lage so reichlich mit Kupfererzen imprägnirt, dass er schmelzwürdig wird. Fisch- und Pflanzenabdrücke kommen häufig, auch Ueberreste von Sauriern nicht so gar selten vor; doch sind es nach Althaus nur die beiden, unter den Namen der Unterschiefer und Oberschiefer bekannten Schieferlagen, welche diese organischen Ueberreste enthalten, während ausserdem fast nichts gefunden wird**).

b) Dachberge; so nennt der Riechelsdorfer Bergmann die 2 bis 9 Fuss mächtige untere Lage des Zechsteins, welche bituminöser und vollkommener schiefrig ist, als dieser, und nach unten in den Kupferschiefer übergeht.

c) Zechstein; 3 Lachter mächtig, blaulichschwarz bis aschgrau, im Bruche flachmuschlig, zuweilen mit eingesprengtem Kalkspath oder Gyps, überall aber mit Glimmerschüppchen versehen; unvollkommen

*) Hundeshagen, in Leonhards Min. Taschenb. 1817, S. 15 ff.

**) Althaus, in Münsters Beiträgen zur Petrefactenkund, V, S. 53.

schieferig, aber deutlich geschichtet, ausserdem gewöhnlich nach zwei senkrechten Richtungen zerklüftet, die Klüfte oft mit Eisenocker oder Kalkspath erfüllt; auch hält er oft Eisenkies und Kupferkies, jedoch keine Fossilien.

B. Obere Abtheilung.

d) Sogenannter Sand, d. h. sandartiger, gelblichgrauer Stinkkalk, welcher bisweilen zu einem zerreiblichen, körnigen Gesteine zusammengebacken ist, also das Analogon der Thüringer Asche, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter mächtig.

e) Stinkstein, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Lachter mächtig, graulichschwarz bis hellbraun, theils dick-, theils dünnschieferig, auch als Stinksteinbreccie ausgebildet.

f) Gyps, 5 bis 6 Lachter mächtig, meist schuppig-körnig, weiss, durch schwärzlichbraune Gypskörner porphyrartig, zuweilen Kugeln von strahligem Gyps, selten Spuren von Fasergyps haltend, oft mit Stinkstein innig gemengt; ungeschichtet.

g) Letten, 7 bis 8 Lachter mächtig, braunlichroth, sehr fett, ganz erfüllt von zahllosen Fasergyps-Trümern, auch mit knolligen Massen von grauem, schuppigen Gyps, welche oft nach Innen und Aussen schön drusig sind.

h) Rauchwacke, 7 bis 8 Lachter mächtig, blaulichgrau, dicht, splitterig, zuweilen poros, die Poren in lauter parallele Ebenen vertheilt; geschichtet und stark zerklüftet, die Kluftwände drusig.

i) Letten, 4 bis 5 Lachter mächtig, braunroth und oft sandig.

k) Rauhstein, 6 bis 7 Lachter mächtig, voll eckiger Zellen mit drusigen Wänden; gelblich grau, fest, rauh, mächtig geschichtet und stark zerklüftet durch senkrechte Spalten.

Das ganze Schichtensystem wird von vielen Gängen durchsetzt, auf welchen die dortigen Kobalterze einbrechen, obwohl Baryt und Strahlgyps die Hauptmasse derselben bilden; sie sollen sich meist oben im Zechstein und unten im Grauliegenden auskeilen, und verursachen viele Verwerfungen oder Sprünge des Flötzes*).

Wenn schon bei Riechelsdorf in der oberen Abtheilung der Zechsteinbildung eine Einschaltung solcher Schichten Statt findet, wie sie ausserdem nur im Rothliegenden, oder auch im Buntsandsteine vorzukommen pflegen, so ist diess noch weit mehr der Fall bei Frankenberg, an der westlichen Gränze von Kurhessen. Das Frankenberger Schichtensystem ist immer der Zechsteinbildung zugerechnet worden, während es doch in petrographischer Hinsicht weit eher an Rothliegendes oder an Buntsandstein erinnert*).

*) Heuser, in Leonhards Min. Taschenb. 1819, S. 311 ff.

**) Daher erklärte auch Schulze, dass er über die Frankenberger Kalksteine lieber gar keine Bestimmung wagen, als sie zum Zechsteine rechnen wolle, indem ihm das ganze dortige Schichtensystem weit richtiger zur Buntsandstein-Formation zu

Dasselbe lässt einen mehrfachen Wechsel von rothem Sandstein und Conglomerat, von Schieferthon, Letten und Kalkstein erkennen, und umschliesst nach unten das eigentliche Erzflötz, einen blaulichgrauen Schieferthon oder Letten, welcher allerlei, mit Kupfererzen imprägnirte Pflanzenreste, darunter auch die bekannten, in Kupferglanz umgewandelten sogenannten Frankenberger Kornähren, (Zweige von *Cupressites Ullmanni Bronn* oder *Ullmannia Bronnii Göpp.*), enthält. Wenn also die bisher allgemein angenommene Ansicht richtig ist, dass diese Schichten der Zechsteinbildung angehören, so würde dieselbe hier auf eine Weise entwickelt sein, welche an gewisse Vorkommnisse in Grossbritannien, und zugleich mit diesen an die Ausbildungsweise der permischen Formation in Russland erinnert*).

Schulze giebt die folgende Schichtenreihe an, wie solche mit einem Schachte im Gnadenthaler Reviere durchsunken worden ist; von oben nach unten:

1. ½ Lachter mit Sand gemengter Mergel;
2. ½ Lr. lichtrother feinkörniger Sandstein;
3. 6 bis 8 Lr. rothes Sandstein-Conglomerat mit zollgrossen Geschieben;
4. ⅛ Lr. röthlich-brauner Letten;
5. 6 bis 8 Lr. gelblicher Letten;
6. 7 Lr. dunkelbrauner Letten;
7. $^1/_{16}$ Lr. röthlichgrauer feinkörniger bis dichter Kalkstein;
8. ½ Lr. gelblichgrauer poroser Kalkstein;
9. 3 Lr. bunter Letten;
10. $^1/_{10}$ Lr. braunlichgrauer feinkörniger Sandstein;
11. ½ Lr. braunlichgrauer Schieferthon, bisweilen erzhaltig, mit Pflanzenresten;
12. ⅜ Lr. grünlichblauer feinsplittriger Kalkstein;
13. ¾ Lr. blaulichgrauer Schieferthon;
14. 2 bis 4 Zoll röthlichgrauer Kalkstein, oft glimmerreich;
15. 6 bis 14 Zoll Erzflötz, ein blaulichgrauer, geradschieferiger Thon, mit den vererzten Pflanzenresten;
16. rother feinkörniger Sandstein, und endlich
17. Grauwacke und Thonschiefer.

Diese Schichtenreihe ist allerdings so abweichend von dem, was man sonst im Gebiete der Zechsteinbildung zu beobachten Gelegenheit hat, dass man sich nicht wundern kann, wenn Schulze ihre Zugehörigkeit zu dieser Bil-

gehören scheine. Dagegen betrachtet es Dunker als eine der Kupferschieferformation angehörige, obwohl in petrographischer Hinsicht höchst abweichende Bildung. Paläontographica, I, 1846, S. 33.

*) Vielleicht sind die Frankenberger Schichten identisch mit den nachher zu erwähnenden Schichten von Leitmar bei Stadtberg, und der obersten Etage der permischen Formation beizurechnen.

dung in Zweifel stellte. Vergl. dessen Aufsatz in Leonhard's Min. Taschenb. 1820, S. 105 ff.

4. Zechstein in Westphalen.

Aus der Gegend von Frankenberg zieht sich die Zechsteinbildung nordwärts durch das Fürstenthum Waldeck bis nach Stadtberg in Westphalen, und zeigt auf diesem Zuge sowohl bei Thalitter als auch bei Stadtberg eine eigenthümliche Ausbildung des Kupferschiefers, welcher nicht zu einem einzigen Flötze zusammengehalten, sondern in sehr viele, ganz schmale, dem Zechsteine eingeschaltete Lagen zerschlagen ist. Ueber dem Zechsteine folgen dann noch die Rauchwacke und andere Gesteine der oberen Abtheilung, endlich rothe oder bunte Mergel und Thone nebst röthlichbraunem Rogenstein, über welchem bei Leitmar das sogenannte Kupferlettenflötz liegt, welches einige Aehnlichkeit mit dem Frankenberger Erzflötze zu besitzen scheint, und, wie dieses, von bunten Thonen, Mergeln und Sandstein bedeckt wird.

Nach Buff ist der Zechstein bei Stadtberg 5 bis 6 Lachter mächtig, meist unmittelbar dem Thon- und Kieselschiefer aufgelagert, regelmässig geschichtet, und, bis auf die theilweise gelblichgraue und bräunlichrothe Färbung, von der gewöhnlichen Beschaffenheit. Innerhalb dieses Zechsteins liegen nun 10 bis 30, ganz schmale und höchstens 2 Zoll starke Flötze eines graulichweissen bis licht braunlichgrauen, kupfererzhaltigen Mergelschiefers, welcher jedoch nach der Tiefe dem gewöhnlichen bituminösen Kupferschiefer immer ähnlicher werden soll. Die Rauchwacke, welche am Bilsteine nur 3 bis 4, am Heidling 8 bis 9, und bei Kanstein an 11 Lachter Mächtigkeit erreicht, ist theils geschichtet, theils massig, und im letzteren Falle gewöhnlich sehr höhlenreich. Von dem bei Leitmar über dem Rogensteine liegenden Kupferlettenflötze sagt Buff, dass es aus gelblich- und graulichweissem Letten besteht, der mit feinen Körnern und Graupen von erdigem Kupfergrün (oder Malachit) und Kupferlasur, und einzelnen Mergel- und Kalkstein-Bruchstücken mit daran sitzenden vererzten Pflanzentheilen gemengt ist*). Sind wir berechtigt, mit Murchison, Verneuil, v. Braun und Geinitz die untersten Schichten des Buntsandsteins und namentlich die Rogensteine von ihm zu trennen, und mit der permischen Formation zu vereinigen, so würde das Kupferlettenflötz von Leitmar noch in den Bereich dieser letzteren Formation gezogen werden können, und so würde auch der Vereinigung der Frankenberger Schichten mit der permischen Formation kein petrographisches Bedenken mehr entgegenstehen.

5. Zechstein im Königreiche Sachsen.

In denen, am Ausgange des Erzgebirgischen und des Oschatz-Frohburger Bassins gelegenen Gegenden des Pleissethales, bei Crimmitzschau,

*) Buff, in Nöggerath's Gebirge in Rheinland-Westphalen, II, 1823, S. 162; über die eigenthümliche Ausbildung des Kupferschiefers gab ebendaselbst S. 139 v. Dechen einige Mittheilungen.

Schmölln, Zehma und Altenburg, so wie innerhalb des letzteren Bassins einerseits bei Frohburg und Geithain, anderseits bei Mügeln, ist über dem Rothliegenden auch die Zechsteinbildung zur Entwickelung gelangt, deren an der Pleisse und bei Geithain befindliche Ablagerungen wohl nur als die Ausgehenden, oder richtiger, als die dem ursprünglichen Bildungsrande angehörigen Ausstriche der, weiterhin in Thüringen bekannten Ablagerungen derselben Formation zu betrachten sind. Daher kann es denn auch nicht befremden, dass die ganze Bildung in diesen Gegenden eine so geringe Mächtigkeit und eine solche petrographische Einförmigkeit zeigt, wie sie in ihren bisher betrachteten Territorien nicht angetroffen wird.

In der That erscheint die ganze Zechsteinbildung jener Gegenden als ein ziemlich unbedeutendes, meist nur 10 bis 20, höchstens 30 oder 40 Fuss mächtiges Schichtensystem*), welches vorwaltend aus gelblichweissen bis licht isabellgelben, gelblichgrauen oder aschgrauen, oft mehr oder weniger magnesiahaltigen, auch mit Kupfererzen oder mit Bleiglanz sparsam versehenen Kalksteinen besteht, denen zuweilen Sandsteine und Schieferthone eingeschichtet sind, während sie von rothen Sandsteinen und Schieferletten bedeckt werden, welche man gewöhnlich zur Buntsandsteinbildung rechnet, obwohl sie vielleicht noch theilweise der permischen Formation angehören dürften. Lässt sich diese letztere Ansicht rechtfertigen, so würde die Zechsteinbildung von Mügeln, Geithain, Meerana und Crimmitzschau allerdings nur als eine unbedeutende Einlagerung in der obersten Etage des Rothliegenden zu betrachten sein.

Die Zechsteinbildung erreicht in den Gegenden des Pleissethales, so weit solche anstehend zu beobachten ist, ihre grösste Mächtigkeit bei Grothenleithe, wo sie 20 bis 30 Fuss stark ist, während sie gewöhnlich die Stärke von 12 Fuss nicht übersteigt. Der Kalkstein ist gewöhnlich von aschgrauer, gelblichgrauer und röthlichgrauer Farbe, welche einerseits in gelb und weiss, andrerseits in roth übergeht. Im Bruche ist er theils dicht, theils grob- und feinsplitterig, selten unvollkommen körnig. Hier und da wird er von Kalkspathadern durchzogen, und an manchen Orten, wie z. B. bei Wahlen, zeigt er in den oberen Schichten Blasenräume und kleine Höhlungen, auch drusige und zerfressene Stellen, wodurch er sich der Rauchwacke nähert, während er grösstentheils mehr dem eigentlichen Zechsteine ähnlich ist. Auf den Klüften ist er oft mit sehr zierlichen dendritischen Zeichnungen versehen, und im Innern kommen mehrorts ziemlich häufige Petrefacten vor, welche jedoch nur als Steinkerne und Abdrücke ausgebildet sind. — Von fremdartigen Beimen-

*) Nur an einem einzigen Punkte, bei Priesnitz zwischen Borna und Geithain, ist durch ein Bohrloch eine Mächtigkeit von 42 Fuss nachgewiesen worden. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II. S. 158.

gungen sind besonders Bleiglanz, Malachit und Kupferlasur zu bemerken, von denen der erstere meist eingesprengt, die beiden anderen mehr als Anflug vorzukommen pflegen. Doch sollen sich diese Erze vorzüglich nur in den nördlicheren Gegenden finden, wo man selbst Spuren des Kupferschieferflötzes gefunden haben will.

Der Kalkstein ist immer deutlich geschichtet; seine Schichten sind von einem Zoll bis über einen Fuss mächtig, und gewöhnlich durch Zwischenlagen eines grauen, mergeligen Thones, zuweilen auch durch förmlichen Schieferthon von einander abgesondert. In der Regel durchsetzen viele senkrechte Klüfte das Gestein, und bedingen dadurch eine parallelepipedische Absonderung. Uebrigens liegt dieser Zechstein fast überall horizontal auf dem Rothliegenden, und wird meist eben so regelmässig von rothem Sandstein und Schieferletten bedeckt*).

Bei Frohburg und Geithain findet sich ein ganz ähnlicher, graulich- und gelblichweisser, bis isabellgelber und aschgrauer, oft cavernoser oder blasiger, übrigens dichter Kalkstein, dessen Cavitäten zuweilen mit etwas Buntkupferkies, Kupferkies, Kupferlasur oder Malachit bekleidet, oder theilweise mit Bleiglanz erfüllt sind, welcher letztere auch eingesprengt oder auf Klüften angeflogen vorkommt. Die Schichtungsfugen und Klüfte zeigen ausserdem häufig feine Dendriten; auch sind Petrefacten, meist undeutliche Kerne von Bivalven, stellenweise nicht selten. Die Schichtungsflächen sind eben im Grossen, schwach undulirt im Kleinen; zuweilen auch mit wulstförmigen Eindrücken und Erhöhungen versehen**). Gewöhnlich werden die Schichten durch ganz schwache, etwas bituminöse Lettenlagen abgesondert; zuweilen aber wechseln sie förmlich mit Schichten von Sandstein, Sandsteinschiefer, Schieferthon und Thonmergeln, wie besonders in den Tautenhainer und Ebersbacher Kalkbrüchen, wo sich auch häufig halbverkohlte Pflanzenreste und selbst brandschieferähnliche Lagen finden. Die Mächtigkeit des Zechsteins schwankt in diesen Gegenden zwischen 6 und 24 Fuss; bei Priesnitz ist er zwar 42 Fuss tief durchbohrt worden, unter denen sich jedoch über 5 Fuss Sandsteinschichten befinden, welche daselbst mitten zwischen Kalksteinschichten auftreten.

In der Gegend von Mügeln ist der Zechstein an vielen Punkten zwischen Paschkowitz und Zschochau durch Steinbrüche aufgeschlossen; er gleicht im Allgemeinen ganz den Gesteinen von Geithain, und hält nach Merbach's Analysen 14 bis 19 p. C. Magnesia, ist also ein dolomitischer Kalkstein. Auch

*) Hiervon kommen jedoch merkwürdige Ausnahmen vor, wie z. B. nach v. Gutbier bei Langenreinsdorf unweit Crimmitzschau, wo die Oberfläche des Zechsteins sehr bedeutende z. Th. sackförmige Erosionen zeigt, deren Vertiefungen mit braunem Mulm und grünem Thon ausgefüllt sind, über welche sich dann die bunten Thone in noch sehr undulirten Schichten ausbreiten, was offenbar eine Pause in der Bildungszeit beurkundet, während welcher der Zechstein dem Wellenschlage ausgesetzt war. Die Versteinerungen des Zechsteingebirges und Rothliegenden, Heft II, 1849, S. 4.

**) Von Corbusen bei Ronneburg erwähnt Geinitz auch Stylolithen, so wie kugelige, nierförmige, herzförmige und walzenförmige Gestalten, was an die merkwürdigen Concretionen des Englischen Zechsteins erinnert. Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 642.

enthält er in kleinen Cavitäten und auf Klüften Bleiglanz und Spuren von Kupferkies, Fahlerz, Kupferlasur und Malachit, während ausserdem auf den Kluftflächen feine und wunderschöne dendritische Zeichnungen aufgetragen sind. Das Gestein ist ziemlich dünn geschichtet, und zeigt dabei oft etwas unebene, mit wulstförmigen, seltener mit zapfenförmigen Erhöhungen versehene Schichtungsflächen. Versteinerungen sind äusserst selten und von Geinitz als *Schizodus Schlotheimii* und *Mytilus Hausmanni* bestimmt worden. Zwischen den unteren Schichten finden sich auch hier dünne Lagen von Schieferthon und Sandsteinschiefer ein, wie denn auch die ganze Bildung auf rothen Sandsteinen liegt, und stellenweise von rothem Schieferletten bedeckt wird.

Der Mügelner Kalkstein dürfte seiner Beschaffenheit nach dem Zechsteine im engeren Sinne des Wortes und der Rauchwacke am nächsten stehen, und scheint über dem Rothliegenden in einem isolirten, seichten Bassin des Porphyrterrains abgesetzt worden zu sein.

6. Zechstein in Schlesien.

Auch bei Löwenberg und Goldberg in Schlesien ist die Zechsteinbildung bekannt, und das dortige Vorkommen gewinnt deshalb einiges Interesse, weil es überhaupt das östlichste in Teutschland ist. Sie erreicht daselbst an ihrem Ausgehenden nur eine geringe Mächtigkeit, folgt von Logau (unweit Lauban) über Neuland und Löwenberg bis Conradswalde in westöstlicher Richtung dem Rothliegenden, wendet sich dann etwas nach Norden gegen Prausnitz, mit Thonschiefer im Liegenden, und läuft dann mit einem Gegenflügel an Goldberg vorbei in ostwestlicher Richtung bis nach Gröditzberg. Von Neuland aus nach Osten zieht sich immer ein Streifen bunter Sandstein im Hangenden des Zechsteins hin. Es sind fast alle wichtigeren Gesteine der Zechsteinbildung vorhanden, bituminöser Mergelschiefer, Kalksteine, Dolomite und auch Gyps, welcher bei Neuland einen bedeutenden Stock bildet; die Petrefacten aber, über welche neuerdings v. Grünewaldt genauere Bestimmungen mitgetheilt hat*), bestätigen die schon aus den Lagerungsverhältnissen sich ergebende Folgerung, dass wir es auch hier mit der oberen Abtheilung der permischen Formation zu thun haben.

Bei Logau steht der Zechstein am rechten Ufer des Queiss an, und ist auch in mehren Steinbrüchen entblöst; über dem Weissliegenden, welches als weisses Conglomerat mit verkohltem Holze und etwas Kupfergrün erscheint, liegt grauer, dichter, sehr fester Kalkstein, welcher nach oben dünnschichtig wird, und in einer wellenförmig krummschieferigen Schicht ganz erfüllt mit *Productus horridus* ist.

*) In Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. III, 1851, S. 241 f. Die bei Logau sehr häufig vorkommenden Exemplare von *Productus horridus* waren schon lange bekannt; v. Grünewaldt hat noch mehre andere ächt permische Formen nachgewiesen. Die geognostischen Verhältnisse der Schles. Zechsteinbildung beschrieb v. Dechen, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 11, 1838, S. 84 ff.

Bei Giessmannsdorf wird der graue dichte Kalkstein von gelblichem, dünnschichtigem, aber stark zerklüftetem Kalkstein bedeckt, über welchem eine gelblichgraue, aus höchst feinen staubartigen Theilen bestehende Masse (also Asche) liegt, die ganz regellos gestaltete Partieen von gelblichem sandigem Kalkstein und Dolomit umschliesst. Bei Neuland sieht man nur Gyps, welcher dicht und feinkörnig, grau und weiss geadert, und an seinem Ausstriche etwa 80 F. mächtig ist. Von Neuland bis Siebeneichen ist der Zechstein fast ununterbrochen zu verfolgen und bei letzterem Orte, am linken Ufer des Bober, in den Steinbrüchen sehr deutlich aufgeschlossen. Er erscheint als ein dichter, hellgelber Kalkstein, reich an Quarzdrusen, und nicht viel über 30 Fuss mächtig.

Vom Bober bis zum Katzbache wird der Zechstein von aufgeschwemmtem Lande bedeckt; erst am linken Ufer des Katzbaches bei Neukirch erscheint er wieder zwischen Rothliegendem und Buntsandstein, als Kalkstein und Mergelschiefer, mit Anflug von Malachit und Kupfergrün. Weiterhin, auf beiden Seiten des Thales von Polnisch-Hundorf, haben auf dem Mergelschiefer bergmännische Versuche Statt gefunden; eben so bei Conradswalde, wo viele Spuren eines sehr alten Bergbaues in einer grossen Menge von Halden vorliegen. In den Willmannsdorfer Kalkbrüchen erscheinen die obersten Schichten oft als Dolomit, welcher oft grosse Massen mit einer eigenthümlichen krummschaligen Absonderung bildet. Auch bei Prausnitz finden sich sehr viele Spuren ehemaligen Bergbaues. In den Kalkbrüchen von Hasel aber ist der Zechstein wenigstens 60 Fuss mächtig aufgeschlossen, enthält nicht selten weisse Quarzdrusen, auch sehr ausgezeichnete Stylolithen, und erscheint in manchen Schichten als Dolomit. H. v. Dechen, a. a. O. S. 103 bis 123.

Zweites Kapitel.

Permische Formation in England.

§. 374. *Rothliegendes in England.*

Die permische Formation Grossbritanniens zeigt in ihrer Ausbildung noch die sehr auffallende Uebereinstimmung mit den meisten teutschen Vorkommnissen, dass sie fast überall zwei selbständige Formationsglieder, den *lower new red sandstone* oder das Rothliegende, und den *magnesian limestone* oder den Zechstein unterscheiden lässt.

Das Rothliegende ist in England, noch weit mehr wie in Teutschland, als eine Sandsteinbildung in der eigentlichen Bedeutung des Wortes charakterisirt; denn es fehlen ihm fast gänzlich jene groben Conglomerate, jene Einlagerungen von Porphyren und Melaphyren, von Thonsteinen und Porphyrpsammiten, welche das teutsche Rothliegende in denjenigen Gegenden auszuzeichnen pflegen, wo es zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt ist.

William Smith erkannte schon das Rothliegende Englands als ein eigenthümliches Glied in der Reihe der dortigen Sedimentformationen, welches er, nach einem Punkte seines Vorkommens, unter dem Namen *Pontefract-rock* aufführte. Conybeare aber sprach wohl zuerst die Ansicht aus, dass diese Sandsteinbildung das wirkliche Aequivalent des teutschen Rothliegenden sei. Vorzügliches Verdienst um die nähere Kenntniss derselben erwarb sich Sedgwick, welcher ihre Verhältnisse in den Grafschaften Durham, York, Nottingham und Derby genauer erforschte, sie auch später in Cumberland nachwies, während Murchison ihre Territorien in Worcester, Staffordshire und Shropshire, De-la-Beche ihre Vorkommnisse in Somersetshire und Devonshire beschrieb.

Dunkelrothe, bisweilen hellgraue oder gelblichbraune Sandsteine, welche oft reich an Feldspathkörnern, in ihren feineren Varietäten aber sehr thonig und glimmerreich sind, lockerer und loser Sand, so wie Schieferletten, oder rothe und bunte Mergel (*marls*), sind die herrschenden Gesteine des Englischen Rothliegenden, während eigentliche Conglomerate zu den seltenen Vorkommnissen gehören. Eisenoxyd ist das charakteristische Pigment der ganzen Bildung, und bisweilen, wie z. B. bei Luckham und Brockwell in Somersetshire, zu förmlichen Schichten von Rotheisenstein, und anderwärts zu Schichten von Rotheisenocker concentrirt. Kalkstein, in der Form von Nieren und von Schichten oder Lagern, ist hier und da bekannt. Von organischen Ueberresten werden fast nur Pflanzen erwähnt, und auch diese scheinen nur an einigen Punkten vorzukommen *).

Die Mächtigkeit des Englischen Rothliegenden ist gewöhnlich nicht sehr bedeutend, steigt wohl nur selten bis über 200 Fuss, sinkt oft auf wenige Fuss herab, und ist überhaupt häufigen Wechseln unterworfen, was z. Th. in den Unebenheiten der Auflagerungsfläche begründet ist. Es erscheint überall als ein treuer Begleiter der Zechsteinbildung, unter welcher es hervortritt, während es sich durch seine Lagerung ganz entschieden als das, unmittelbar auf die Steinkohlenformation folgende Glied der Englischen Sedimentformationen zu erkennen giebt. Oftmals, wie namentlich in Staffordshire und Shropshire, bedeckt es die Steinkohlenformation in concordanter Lagerung, und schliesst sich auch petrographisch so innig an dieselbe an, dass ein ganz allmäliger Uebergang aus der carbonischen in die permische Formation vorliegt, welcher gar nicht erlaubt, eine Discontinuität der Bildung anzunehmen. Allein Sedgwick

*) Verkieselte Dendrolithen mögen sehr selten sein; Buckland erwähnt dergleichen Stämme aus dem Sandsteine und Conglomerate von Allesley, bei Coventry in Warwickshire, welche von Coniferen abstammen, und der Beschreibung zufolge den Stämmen vom Kiffhäuser sehr ähnlich sein mögen.

hebt es hervor, dass, wenn auch häufig gleichförmige Auflagerung Statt finde, so doch im Allgemeinen das Rothliegende Englands durch discordante Lagerung und durch die Verschiedenheit seiner Verbreitungsgebiete von der Steinkohlenformation getrennt werde. Dennoch fällt auch in England diese Sandsteinbildung des Rothliegenden, oder die permische Formation überhaupt, so gewöhnlich in das Gebiet der Steinkohlenformation, dass diese letztere bereits an vielen Punkten unter der ersteren mit glücklichem Erfolge aufgesucht worden ist.

Sedgwick hatte früher die von ihm als *lower red sandstone* bezeichneten Schichten, welche in Yorkshire und Durham zwischen dem Zechsteine und der Kohlenformation liegen, mit der letzteren vereinigt, ersah aber später aus Smith's Charte von Yorkshire, dass sie mit dem Zechsteine coëxtensiv und, wie dieser, gegen das Kohlengebirge discordant gelagert sind, weshalb er nicht umhin konnte, sie von letzterem zu trennen, und als das erste Glied einer ganz neuen Reihe von Bildungen zu betrachten. Er überzeugte sich später, dass diese Sandstein- und Sandbildung fast ununterbrochen von Tynemouth bis an die Gränze von Derbyshire verfolgt werden kann. Als die hauptsächlichen Gesteine führt er die folgenden auf:

a) Conglomerat, kommt nur selten vor;
b) Sehr grober, dickschichtiger Sandstein, zuweilen mit zollgrossen Quarzgeröllen, die gewöhnlich der Schichtung parallel geordnet, bisweilen auch regellos vertheilt sind; in der Regel dunkelroth, stellenweise licht grau oder braun; fast immer sehr reich an Kaolin und zersetztem Feldspath, dessen Krystalle oft noch recht deutlich zu erkennen sind;
c) Klein- und feinkörniger Sandstein, blaulichroth, oder grau und braun, oft gefleckt und gewolkt, bisweilen sehr reich an Glimmerschuppen;
d) Loser Sand; dieser ist sehr vorherrschend, meist grau oder gelblichbraun, selten roth, zuweilen mit kalkigen Concretionen versehen;
e) Schieferletten, theils als ein sehr glimmerreiches und sandiges, theils als ein mehr thonmergelartiges Gestein; meist roth oder bunt, wechselt vielfach mit den Sandsteinen, ist aber nach oben, unmittelbar unter dem Zechsteine, mehr selbständig ausgebildet; er hält niemals Fasergyps, und nur selten Krystalle oder Concretionen von Fraueneis.

Das in der ganzen Bildung als Pigment vorhandene Eisenoxyd färbt die Lettenlagen tief roth, bildet bisweilen Concretionen, und bei Micklebring, unweit Doncaster in Yorkshire, sogar förmliche Schichten von Ocker, welche mit glimmerreichem Sandsteine wechseln.

Seitdem die Steinkohlenformation in Durham auch unter dem *magnesian-limestone* aufgesucht wird, ist den Bergleuten das Rothliegende als eine überall vorhandene Ablagerung bekannt worden, welche leider, ihrer lockeren Beschaffenheit wegen, sehr starke Wasserzuflüsse verursacht, und dadurch den Bergbau erschwert.

Die Mächtigkeit der Bildung ist ausserordentlich schwankend, aber nirgends sehr gross; sie beträgt z. B. bei Bramham-Moor über 20 Fuss, und

nicht weit davon nur 2 Fuss; im Schachte von Eppleton 126, im Schachte von Hetton 4 bis 5, und in dem von Ellemore etwa 60 Fuss; bei Clacks-Heugh dagegen und an anderen Punkten erreicht sie nicht weniger als 200 Fuss*).

Ganz ähnlich ist die Ausbildung des Rothliegenden bei Whitehaven und anderwärts in Cumberland, sowohl in petrographischer als auch in anderer Hinsicht. Auch dort enthält es (eben so wie in Durham und Yorkshire) sehr sparsame Abdrücke von Calamiten und Equiseten; auch dort liegt es stellenweise, wie z. B. bei Whitehaven concordant auf der Kohlenformation, in welche es überzugehen scheint; allein weiterhin, bei Dissington und Arlecdon, findet discordante Auflagerung Statt, wie diess im Allgemeinen auch in Durham und Yorkshire der Fall ist. Und wie in Yorkshire das Rothliegende vor der Ablagerung des Zechsteins stellenweise bedeutende Dislocationen erfahren hat, während es sich an anderen Stellen ganz allmälig und stetig an ihn anschliesst, so finden sich auch ähnliche Verhältnisse in Cumberland. Sedgwick, in *Trans. of the geol. soc. 2. series, IV*, 1836, *p.* 397 ff.

Unter den, zur Zechsteinbildung gehörigen Dolomit-Conglomeraten in West-Somersetshire liegen nach De-la-Beche vielorts rothe Sandsteine, welche bis 140 und 180 F. Mächtigkeit erreichen; so z. B. westlich von den Quantock-hills, bei Washford und Wiveliscombe. Ihre tiefsten Schichten enthalten stellenweise eine ausserordentliche Menge von Rotheisenerz; grosse Gesteinspartieen bestehen gänzlich daraus, und der Rotheisenstein bildet fast einen eben so grossen Theil der Schichten als der Sandstein. Er wird daher bei Luckham, Porlock u. a. O. steinbruchsweise gewonnen, und nach den Eisenwerken von Wales versendet. *Report on the geol. of Cornwall, Devon etc.* 1839, *p.* 193 f.

In Worcestershire, Staffordshire und Shropshire ist der *lower new red sandstone* vollständig entwickelt. Er besteht im Allgemeinen aus Sandsteinen von rother Farbe, die oft reich an zersetzten Feldspathkörnern, bisweilen sehr thonig, noch öfter kalkig sind, und aus dunkel braunrothem, oft grün geflecktem Schieferletten und Thonmergel. Concretionen eines unreinen Kalksteins erscheinen häufig, wie denn überhaupt der Reichthum an kalkiger Beimengung und das Vorkommen von Kalknierenschichten dieses Rothliegende von jenem des nördlichen England unterscheidet. Die unteren Schichten enthalten viele Pflanzenabdrücke, und schliessen sich an andere Schichten an, welche schon schmale Kohlenflötze führen, so dass ein allmäliger Uebergang aus der carbonischen in die permische Formation vorzuliegen scheint. Dergleichen Verhältnisse sind besonders zwischen Hagley und Hales-Owen, so wie bei Chelmarsh, südlich von Bridgenorth, äusserst deutlich zu beobachten. — Durch ganz Staffordshire lässt sich zwischen der Steinkohlenformation und dem Kalksteinconglomerate des Zechsteins eine Zone von rothem Sandstein verfolgen, welcher oft eine bedeutende Mächtigkeit erlangt. In Shropshire bildet er zwei Terrassen, und ist bisweilen in Felswänden von 200 bis 300 F. Höhe entblöst, welche die discordante Parallelstructur oder transversale Plattung des Gesteins sehr ausgezeichnet beobachten lassen. Murchison, in *The Silurian System*, *p.* 54 ff.

*) Sedgwick in *Trans. of the geol. soc. 2. series, III*, 1829, *p.* 37 ff.

Auch in Lancashire und Cheshire ist die permische Formation zwischen der Steinkohlenformation und der Trias vorhanden, und, wie anderwärts, in zwei Gliedern ausgebildet, von denen das untere, eine dem Rothliegenden analoge Sandsteinbildung, 120 Fuss Mächtigkeit erlangt, während das obere Glied den Zechstein in einer ganz eigenthümlichen Ausbildungsweise darstellt.

§. 375. *Zechsteinbildung in England.*

Die Zechsteinbildung Englands erlangt eine vorzügliche Wichtigkeit in der Linie von Nottingham bis nach Tynemouth, längs welcher sie der Physiognomie des Landes einen sehr charakteristischen Zug verleiht, indem sie eine nach Westen steil abfallende und nach Osten flach ausgedehnte Terrasse bildet. Von diesem interessantesten Territorium der Englischen Zechsteinbildung hat Sedgwick im Jahre 1829 eine vortreffliche Beschreibung geliefert*), aus welcher sich eine überraschende allgemeine Aehnlichkeit ihrer Zusammensetzung und Gliederung mit jener der Thüringischen Zechsteinbildung herausstellt. Sehr abweichend erscheint sie dagegen bei Bristol und in anderen Gegenden des südwestlichen England, wo sie fast nur durch eigenthümliche Conglomerate mit dolomitischem Bindemittel vertreten wird. In Lancashire und Cheshire endlich ist sie nach Binney auf eine Weise ausgebildet, welche einigermaassen an die permische Formation Russlands erinnert, indem sie dort nur aus einzelnen Kalksteinschichten besteht, welche rothen oder bunten Schieferletten und Mergeln eingelagert sind, dennoch aber die charakteristischen Fossilien des Zechsteins umschliessen. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich auch in Irland.

Wie grosse Analogieen übrigens die Englische Zechsteinbildung in jenem, von Nottingham nach Tynemouth laufenden Hauptzuge mit der Thüringischen Bildung erkennen lässt, so gehen ihr doch diejenigen beiden Materialien ab, welche dieser Formation in Teutschland eine so grosse nationalökonomische Wichtigkeit verleihen; es fehlen ihr nämlich die Kupfererze und die Steinsalzstöcke, welche letztere, zugleich mit den grösseren Gypsmassen, gänzlich vermisst werden.

Aus Sedgwicks meisterhaften Darstellungen ergiebt sich zuvörderst, dass die Zechsteinbildung Englands in eine untere und eine obere Abtheilung zerfällt, von welchen die erstere aus eigentlichen Kalksteinen, die andere aus sehr verschiedenartigen dolomitischen Gesteinen besteht. Aber auch die weiteren Unterschiede des Mergelschiefers und des eigentlichen Zechsteins in der unteren, der Rauch-

*) In den *Transactions of the geol. soc. 2. series, III, p.* 37 ff.

wacke, des Stinksteins und der Asche in der oberen Abtheilung lassen sich fast gerade so wie in Thüringen geltend machen; wie denn Sedgwick selbst diese auffallende Analogie in der Gliederung der beiderseitigen Territorien hervorhob, welche auch noch kürzlich von King vollkommen anerkannt worden ist*). Die paläontologische Uebereinstimmung aber, welche gleichfalls bereits von Sedgwick erkannt, und später von Quenstedt specieller nachgewiesen worden war, ist neuerdings von King in einer so gründlichen Weise durchgeführt worden, dass nicht leicht zwei entlegene Territorien einer und derselben Formation mit gleicher Sicherheit identificirt worden sein dürften, als diess mit den Zechsteinbildungen Teutschlands und Englands der Fall ist**).

Der Kupferschiefer ist in der grossen Zechsteinterrasse Englands zwar nicht als solcher, d. h. nicht als ein kupfererzhaltiger Schiefer, dennoch aber wenigstens stellenweise als bituminöser Mergelschiefer, und mit ähnlichen Fisch- und Pflanzen-Abdrücken bekannt, wie in Thüringen; er bildet in Durham die tiefsten Schichten, welche unmittelbar über einem weissen Sandsteine, dem Weissliegenden, abgesetzt sind. Darüber folgt ein grauer, gelblicher oder blaulicher, dünnschichtiger, auf seinen Klüften mit Dendriten versehener Kalkstein, welcher oft etwas bituminös ist, gar nicht selten Bleiglanz oder Zinkblende eingesprengt hält, und die charakteristischen Fossilien des Zechsteins führt. Auch in Nottingham und Derbyshire finden sich mehrorts unmittelbar über der Steinkohlenformation dünnschichtige, mit Dendriten erfüllte Kalksteine, und in Yorkshire erscheinen dieselben über dem Rothliegenden fast ganz so wie in Durham.

Sehr ausgezeichnet ist diese Gruppe in Durham, neben der Stockton-Eisenbahn, in den Steinbrüchen von East-Thickley und Midderidge entwickelt, wo man über hellfarbigem Sandstein erst einen Wechsel von Sandstein und blauem Kalkschiefer, dann gelben kalkigen Schieferthon und Mergelschiefer, und endlich rauchgrauen, gelben oder blaulichen, dünnschichtigen, auf den Ablosungen mit Dendriten geschmückten Kalkstein beobachtet, über welchem dann die Dolomite folgen. Denn alle diese Gesteine enthalten nur sehr

*) In seinem Werke: *A Monograph of the Permian Fossils of England*, 1850, S. XVII, wo die ebendaselbst S. X aufgestellten Abtheilungen der permischen Formation Englands mit denen Thüringens parallelisirt werden.

**) Ungeachtet der localen Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten, unter welchen insbesondere die specifische Verschiedenheit der in beiden Ländern vorkommenden Fischreste deshalb hervorgehoben zu werden verdient, weil solche den Beweis liefert, dass man keinesweges eine specifische Identität mit den Thüringer Fischen zu fordern berechtigt ist, um irgendwo Aequivalente des Zechsteins als solche anzuerkennen.

wenig oder gar keine Magnesia. Die Schichtenfugen des oberen Kalksteins aber sind selten eben, meist undulirt, so dass es oft scheint, das Gestein bestehe aus lauter an einander gereihten und in einander verfliessenden kugeligen und nierförmigen Concretionen. — In einem Einschnitte der Stockton-Eisenbahn sind in denen 2 Fuss über dem weissen Sandstein liegenden Schichten sehr viele Abdrücke von Pflanzen und Fischen, in den höher liegenden Schichten aber Productus und Spirifer gefunden worden. Diese Analogie mit den Thüringischen Vorkommnissen wird noch dadurch erhöht, dass die mergeligen Zwischenlagen bisweilen bituminös sind. Im Steinbruche von Pallion finden sich ähnliche Schichten, wie bei East-Thickley. In einem Steinbruche bei Coundon sind die tiefsten Schichten des Kalksteins schieferig, rauchgrau, mit krystallinischen Knoten von Baryt, so wie mit eingesprengten Körnern von Bleiglanz und Zinkblende versehen. Bei West-Bolden, zwischen dem Tyne und Wear, liegt über dem Sandsteine ein 30 Fuss mächtiges Schichtensystem von gelblichgrauem Mergelschiefer und dünnschichtigem, ausserordentlich zerklüftetem, auf allen Klüften mit schwarzen Dendriten erfülltem Kalkstein; die ähnlichen Schichten nördlich vom Tyne enthalten bei Whitley Bleiglanz, bei Cullercoats Zinkblende eingesprengt.

Weit mächtiger als die untere Abtheilung ist auch in England die obere Abtheilung der Zechsteinbildung entwickelt. Sie wird dort, wie in Teutschland, vorzugsweise durch das Auftreten der Dolomite und Stinksteine charakterisirt, und entfaltet eine solche Menge von Gesteins-Varietäten, dass wir nur die vorwaltenden oder besonders merkwürdigen erwähnen können, um einerseits die grosse Uebereinstimmung mit den teutschen Gesteinen, und anderseits die Eigenthümlichkeiten hervortreten zu lassen, welche diese Ablagerung in England auszeichnen.

Die vielen von Sedgwick beschriebenen Gesteins-Varietäten lassen sich im Allgemeinen als Dolomite, Stinksteine und Asche unterscheiden, und ihre Manchfaltigkeit ist theils in verschiedenen Combinationen der körnigen und dichten, der sandartigen und staubartigen Dolomite, theils in eigenthümlichen und höchst merkwürdigen Concretionsbildungen begründet. Dass aber die meisten Gesteine dieser oberen Abtheilung entweder wirkliche Normal-Dolomite, oder doch sehr magnesiareiche, also im hohen Grade dolomitische Kalksteine sind, diess ist durch viele Analysen von Tennant und Cumming erwiesen worden. Auch in zweien Varietäten der Asche fand Holme über 25 p. C. Magnesiacarbonat.

Fester, feinkörniger Dolomit ist mit lockerem, sandartigem und mit dichtem Dolomite auf mancherlei Weise verbunden. Seine gewöhnlichen Farben sind ockergelb bis gelblichweiss, selten schneeweiss, bisweilen braun oder ziegelroth; ja, bei Mansfield in Nottinghamshire ist der, in 3 bis 4 Fuss dicken Schichten ausgebildete feinkörnige Dolomit so dunkelroth, dass man ihn aus der Ferne für rothen Sandstein halten möchte; auch enthält er dort wirklich z. Th. 20 bis 30 p. C. Quarzsand. Obwohl übrigens diese festen Dolomite meist

undeutlich und unregelmässig geschichtet sind, so werden sie doch vielfältig als Bausteine gebrochen. Dichter Dolomit kommt in Derbyshire und Nottinghamshire in schmalen Schichten zwischen dem feinkörnigen und sandartigen Dolomite vor, welcher letztere in denselben beiden Grafschaften besonders häufig erscheint, meist aus lauter kleinen Rhomboëdern besteht, dünn geschichtet, und oft mit Zwischenlagen von Mergel oder Quarzsand vergesellschaftet ist.

An den Küsten von Durham, und besonders in der Gegend von Sunderland, tritt auch der Stinkstein in sehr ausgezeichneten Varietäten auf, obgleich er nicht selten in hellgraue schieferige Kalksteine übergeht. Er ist dunkelrauchgrau und schwärzlichbraun, bisweilen ausserordentlich stinkend, dünn plattenförmig geschichtet, in sehr dünnen Tafeln oft biegsam, und wird von erdigen und staubartigen Schichten begleitet.

Aber auch die Asche fehlt nicht; denn die erdigen und staubartigen Dolomite, welche in Durham und Yorkshire so häufig auftreten, und bald zerreibliche, bald ganz lose Massen darstellen, entsprechen vollkommen der Thüringischen Asche.

Diess sind die einfachen Gesteine der oberen Abtheilung der Englischen Zechsteinbildung. Weit bedeutendere Massen bilden die zusammengesetzten, aus verschiedenen Combinationen der einfachen Gesteine hervorgehenden Varietäten, unter welchen namentlich diejenigen sehr verbreitet sind, die sich als das vollkommene Analogon des teutschen Rauhsteins beurkunden.

Dieser Rauhstein erscheint auch in England als ein meist ungeschichtetes, in plumpen, grottesken Felsmassen ausgebildetes Gestein, welches aus einer regellosen Verbindung von fester und von lockerer Dolomitmasse besteht. Der feste Dolomit bildet nämlich plattenförmige, knollige, klotzförmige und ungestaltete Partieen, welche sich nach allen Richtungen verbinden und durchkreuzen, und auf diese Weise ein unregelmässiges Skelet, oder ein körperliches Netz darstellen, dessen Zellen mit weniger festem, z. Th. selbst mit sandartigem Dolomite oder mit Asche erfüllt sind. An frei stehenden Felswänden werden diese lockeren Ausfüllungen durch Verwitterung und Regengüsse allmälig ausgewaschen, und so erhalten denn diese Felsen jenes löcherige, höhlenreiche, zerfressene und zerstückelte Ansehen, welches ihnen in allen Gegenden ihres Vorkommens so eigenthümlich ist, und nicht selten eine grosse Aehnlichkeit mit groben unregelmässigen Breccien verschafft. Die Manchfaltigkeit der Combinationen und Formen ist in England eben so gross, als in Teutschland*).

Sehr interessant sind auch die Stinksteinbreccien in Durham, weil man dort ihre allmälige Herausbildung aus dem noch stetig und regelmässig geschichteten Stinksteine Schritt vor Schritt verfolgen kann. Die Küsten der Marsden-Bay bestehen aus einem dunkelbraunen, schieferigen Stinkstein, welcher mit gelben erdigen Schichten abwechselt, daher die Felswände ein

*) *There is no end to these modifications, nor is it an easy task, to convey a correct notion of them by verbal description*, sagt Sedgwick, gerade so, wie Plümicke von der Thüringischen Rauchwacke.

gestreiftes und gerieftes Ansehen haben. Verfolgt man diese Felswände von Norden nach Süden, so sieht man, wie die anfangs ganz ungestörten Schichten erst wellenförmige Biegungen, dann scharfwinkelige Stauchungen annehmen, und endlich in viele tausend eckige Bruchstücke zertrümmert sind, welche durch gelben, erdigen Kalkstein zu einer Breccie verbunden werden. Auf ähnliche Weise finden sich auch an mehren Punkten die regelmässig geschichteten Massen des Stinksteins ganz plötzlich von solcher Breccie unterbrochen, in welcher gewöhnlich gar keine, oder doch nur sehr undeutliche Spuren von Schichtung zu erkennen sind. Noch weiter nach Süden erreicht man Stellen, wo der dunkelgraue, schieferige und ganz stinksteinähnliche Kalkstein in zwar stetig ausgedehnten, aber stark gewundenen Schichten mit mächtigen Bänken einer groben Stinksteinbreccie abwechselt. In der Nähe von Hartlepool liegen dieselben Erscheinungen in einer noch auffallenderen Weise vor, indem die Windungen und Faltungen der Schichten, welche die Breccienbildung gewissermaassen eröffnen, weit schärfer ausgebildet sind, auch die Einlagerung der Stinksteinbreccie zwischen andere, stetig ausgedehnte Schichten ganz vortrefflich entblöst ist. — Diese merkwürdigen Erscheinungen an den Küsten von Durham erläutern die Natur der Stinksteinbreccien Thüringens, deren Verhältnisse dort weniger aufgeschlossen sind, weshalb ein sehr ausgezeichneter Beobachter der Meinung war, die scharfkantigen Stinkstein-Fragmente möchten wohl nur als fragmentähnliche Concretionen oder Ausscheidungen zu betrachten sein*). Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Stinksteinschichten bald nach ihrer Erhärtung durch gewaltsame Bewegungen zusammengestaucht und stellenweise gänzlich zertrümmert, dann aber durch kalkige Sedimente wiederum verkittet und zu Breccien umgebildet worden sind.

Einige Varietäten der dolomitischen Gesteine zeichnen sich durch eine mehr oder weniger deutliche oolithische Structur aus. Gewöhnlich erscheinen die kleinen Körner unregelmässig geformt und unbestimmt begränzt, indem sie mit der umgebenden Masse innig verwachsen und verflösst sind; es giebt aber auch seltenere Varietäten von sehr vollkommener oolithischer Structur. Bisweilen sind die runden Körner concentrisch-schalig, oder auch in der Mitte hohl, so dass das Gestein im Bruche eine Menge kleiner runder Zellen oder Blasenräume zeigt. Dergleichen oolithische Gesteine finden sich im südlichen Theile von Yorkshire, zumal zwischen den beiden Flüssen Don und Went; auch sehr schön in Durham, an der Ostseite des Vorgebirges von Hartlepool, wo nicht weniger als 8 oolithische Schichten entblösst sind.

Ausserdem kommen in Durham noch seltsame Gesteine von eigenthümlicher sphäroidischer Bildung vor, so dass ganze Felsen wie Haufwerke von übereinander gestürzten Kanonkugeln erscheinen, wie namentlich bei Sunderland. Diese Bildung findet einestheils in der Weise Statt, dass sich in dem Dolomite auf den Schichtenwechseln grosse, linsenförmige, oder abgeplattet ellipsoidische Partieen absondern, welche bisweilen mehr kugelig werden, jedenfalls aber die Schichtungsfugen ungestört durch sich hindurchlaufen lassen. Anderntheils umschliesst das Gestein breite, der Schichtung parallele Höhlungen, deren Wände mit nierförmigen und traubigen, aus concentrisch-

*) Freiesleben, Geognostische Arbeiten, II, S. 24 und 31.

schaligem und strahligem Kalkspathe bestehenden Gestalten besetzt sind, welche jedoch gleichfalls die Parallelstructur des Gesteins noch erkennen lassen; die Höhlenräume selbst sind mit erdigem Dolomite erfüllt, und in diesem stecken wiederum ganz frei gebildete Kugeln von ähnlicher Beschaffenheit, welche entweder einzeln oder dicht gedrängt, und in letzterem Falle oftmals zu traubigen Gruppen verbunden sind. Alle diese sphäroidischen Gebilde (welche nach Winch von der Grösse einer Erbse bis zu 2 Fuss im Durchmesser vorkommen) bestehen wesentlich nur aus kohlensaurem Kalke, gleichsam als ob die Magnesia aus ihnen in ihre Umgebung hinausgedrängt worden wäre*).

In Yorkshire kommen bei Doncaster und Ferry-Bridge im oberen Theile der Dolomite braune, rothe und bunte Mergel mit Fasergyps vor, welche etwa 30 Fuss mächtig sind, und sich von den Gränzen von Nottingham bis gegen Tadcaster auszudehnen scheinen; über ihnen liegen dünnschichtige bis schieferige, meist graue Kalksteine von tesseraler Absonderung mit schönen Dendriten auf allen Klüften; und mit diesen Schichten würde die permische Formation Englands zu Ende gehen, dafern nicht noch, wie Murchison glaubt, ein Theil der höher liegenden Sandsteine und Mergel zu ihr gezogen werden muss.

Während also die Englische Zechsteinbildung von Nottingham bis Tynemouth auf eine merkwürdige Weise mit der Thüringischen übereinstimmt, so tritt sie in anderen Gegenden mit ganz verschiedenen Eigenschaften auf. In dem Zuge von Devonshire bis nach Staffordshire besteht sie nur aus den sogenannten Dolomitconglomeraten, d. h. aus Conglomeraten, deren Fragmente durch gelblichen Dolomit oder (wie in Worcestershire, Staffordshire und Shropshire) durch Kalkstein verbunden sind, welches Cäment oft dermaassen vorwaltet, dass das Gestein an vielen Orten gewonnen und auf Kalk benutzt wird. Die Fragmente

*) Diesen Mangel an Magnesia in den traubigen Massen und Kugeln hob schon Winch hervor in seiner Abhandlung über den Zechstein von Northumberland und Durham. *Trans. of the geol. soc. IV*, *p.* 3 ff. Auch wird er neuerdings von King bestätigt, welcher noch bemerkt, dass der Dolomit und der Kalkstein (oder Kalkspath) oft ganz regellos durch einander vorkommen, sogar in Handstücken; wobei der Kalkspath zuweilen die seltsamsten kugeligen, traubigen, nierförmigen, stalaktitischen, ästigen Concretionen von radialer Zusammensetzung mitten im erdigen Dolomite bilde. King glaubt, ursprünglich sei Alles Dolomit gewesen, und erst später ein Theil seiner Magnesia beraubt und zugleich umkrystallisirt worden, wobei die Schichtungsfugen eine Rolle gespielt, da die Concretionen allemal von ihnen ausgehen. *A Monograph of the Permian Fossils, p.* XIV und XV. Das regellose Durcheinander-Vorkommen von Dolomit und Kalkspath erwähnt auch Heim vom Thüringer Walde, wo der dichte Dolomit zuweilen nach allen Richtungen mit Kalkspath durchwachsen sei, „der hier das, was bei zerquetschten Knochen der Callus ist, zu sein scheint.“ King's Bemerkungen erinnern an Haidingers Theorie der Rauchwackenbildung.

dieser Conglomerate stammen gewöhnlich aus den zunächst anstehenden älteren Formationen, bestehen daher aus Kohlenkalkstein, Millstone, Quarz, Grauwacke u. s. w., sind meist abgerundet, und finden sich von allen Grössen bis zu mehren Fuss im Durchmesser; wenn sie sehr klein sind, während zugleich das dolomitische Cäment sehr vorwaltet, so erscheint das Ganze als ein dichter, unreiner Dolomit*).

In diesen Conglomeraten kommen bisweilen Geoden oder Drusen vor, welche Kalkspath und Quarzkrystalle enthalten, auch eigenthümliche, langgestreckte und flache, sehr regellose Cavitäten, die gewöhnlich unter einander zusammenhängen, sich oft weit fortziehen, und zuweilen noch mit losem Sande erfüllt sind; mitunter finden sich förmliche Schichten eines sehr feinen und dichten, hornsteinähnlichen Sandsteins ein. Auch sind die Conglomerate nicht selten erzführend, indem der Dolomit Bleiglanz oder Galmei enthält; Cölestin ist gleichfalls hier und da als accessorischer Bestandtheil vorgekommen.

Die Mächtigkeit dieser Conglomerate ist niemals sehr bedeutend, aber ausserordentlich schwankend, und sinkt oft rasch von vielen Faden bis auf wenige Fuss herab, wie sich diess bei einer Alluvionsbildung erwarten lässt, welche alle Unebenheiten des Untergebirges ausgefüllt hat; in Worcestershire beträgt sie zwischen 60 und 6 Fuss. — Bei Bristol und an den Mendiphills liegen sie unmittelbar auf den älteren Formationen, während sie in anderen Gegenden, wie z. B. in Somersetshire und Devonshire, von Schichten des Rothliegenden getragen werden**).

Ueber die Geoden und Drusen bemerken Buckland und Conybeare Folgendes. Bei Wells umschliesst das Conglomerat kleine unregelmässige Höhlungen von einem Zoll bis zu einem Fuss und darüber im Durchmesser, welche mit concentrischen Lagen von Kalkspath, Chalcedon und krystallisirtem Quarz erfüllt sind, und Potatoe-stones genannt werden. Bei Old-Clevedon kommen im dichten Dolomite kleinere dergleichen Geoden vor, die aber nur aus Chalcedon und Quarz bestehen, inwendig hohl sind, und zuweilen Cölestinkrystalle enthalten. Bei Clifton, dicht westlich von Bristol, im Durchbruche des Avonthales, liegt ein sehr grobes Dolomitconglomerat mit Geschieben von Kohlenkalkstein bis zu 3 Tonnen Gewicht; im tiefsten Theile desselben kommen hohle Quarzgeoden vor, welche im Innern klare Bergkrystalle, die sogenannten Bristoler Diamanten, bisweilen auch Krystalle von Kalkspath und

*) Diese Conglomerate der westlichen Grafschaften repräsentiren gewissermaassen zugleich das Rothliegende und den Zechstein; nämlich das erstere in ihren Geröllen, den zweiten in ihrem Cämente.

**) Buckland und Conybeare in den *Trans. of the geol. soc. 2. series, II*, 1824, p. 291 ff. und Weawer, ibidem p. 362, auch De-la-Beche, *Report on the Geol. of Cornwall* etc. p. 193.

Cölestin umschliessen. — Cölestin ist ausserdem häufig im Conglomerate von Westbury. Der Galmei kommt in den Cavitäten des Gesteins zugleich mit Kalkspath vor, oft so reichlich, dass er ehemals an vielen Punkten der Mendiphills gewonnen wurde, und noch gegenwärtig bei Shipham und Roborough abgebaut wird. Eingesprengter Bleiglanz ist häufig im Dolomite von Old-Clevedon und Portishead.

Wie sich schon in dem Zuge von Exeter bis nach Staffordshire eine so ganz andere Ausbildungsweise der Zechsteinbildung zu erkennen giebt, als in dem Zuge von Nottingham nach Tynemouth, so begegnen wir weiter nördlich, in Cheshire und Lancashire, abermals einem ganz neuen Typus ihrer Entwickelung. Dort folgt nämlich über dem bis 120 Fuss mächtigen Rothliegenden ein Schichtensystem von höchstens 210 Fuss Mächtigkeit, welches aus rothen und bunten Schieferletten und Mergeln besteht, denen Kalksteinschichten eingeschaltet sind, welche wenig oder gar keine Magnesia enthalten. Man würde dieses, weit mehr an Rothliegendes oder an Buntsandstein erinnernde Schichtensystem nicht leicht als das Aequivalent der Zechsteinbildung erkannt haben, wenn nicht die im Kalksteine stellenweise sehr zahlreich vorkommenden Fossilien mit denen des *magnesian limestone* anderer Gegenden vollkommen übereinstimmten. Zuweilen, wie z. B. bei Norbury, fehlen die Kalkschichten gänzlich; zum Beweise, dass die Zechsteinbildung in diesem Theile von England nur als eine untergeordnete Einlagerung in der oberen Etage des Rothliegenden zu betrachten ist. Ueber diesen Schichten folgt der Buntsandstein in einer Mächtigkeit von 600 Fuss.

Die permische Formation liegt auch in diesen Gegenden discordant auf der Steinkohlenformation. Bei Paticroft, westlich von Manchester, ist der erste erfolgreiche Versuch gemacht worden, das Kohlengebirge unter dem Buntsandsteine und Rothliegenden zu erreichen; der über 1300 Fuss tiefe Schacht hat gelehrt, dass dort die obere Etage des Rothliegenden nur drei Kalksteinschichten umschliesst. Bei Leigh aber kommen sehr viele dergleichen Schichten, von einigen Zoll bis zu 1⅔ Fuss Mächtigkeit vor, welche von Fossilien des Zechsteins erfüllt sind. Binney, im *Quarterly Journ. of the geol. soc. II*, 1846, *p.* 17 ff.

Drittes Capitel.

Permische Formation in Russland und anderen Ländern.

§. 376. *Permische Formation Russlands; Gesteine und Gliederung.*

Während in Teutschland und England fast überall eine sehr entschiedene Trennung der permischen Formation in die beiden Hauptglieder

des Rothliegenden und Zechsteins ausgesprochen ist, so erscheint sie unter ganz anderen Verhältnissen in Russland, wo die verschiedenartigen Gesteine meist in buntem Wechsel auftreten, ohne eine so durchgreifende Sonderung in bestimmte, petrographisch verschiedene Etagen erkennen zu lassen. Was wir also bisher nur hier und da als eine locale Ausnahme kennen gelernt haben, das stellt sich in Russland als die herrschende Regel dar, und es gewinnt die dortige Ausbildungsweise eine um so grössere Wichtigkeit, als sie innerhalb eines Bildungsraumes von ungeheuerer Ausdehnung angetroffen wird. Denn die permische Formation Russlands ist über ein Areal von mehr als 18,000 Quadratmeilen verbreitet, und begreift den grössten Theil der Gouvernements Perm, Orenburg, Kasan, Nischni-Nowgorod, Jaroslaw, Kostroma, Wiätka und Wologda. Man hatte die verschiedenen Glieder dieser Bildung bald der Steinkohlenformation, bald dem Rothliegenden oder dem Zechstein, bald auch der Triasformation verglichen, bis Murchison und Verneuil durch bathrologische und paläontologische Gründe den Beweis lieferten, dass sie das Rothliegende und den Zechstein zugleich repräsentiren.

Ausser Murchison und seinen Begleitern haben sich besonders Kutorga, v. Blöde und Schtschurowski, ganz vorzüglich aber Wangenheim v. Qualen um die Kenntniss dieser Formation verdient gemacht. Der Letztere rechnete sie anfangs (1840) zur Triasformation*), hat sich jedoch später der von Murchison aufgestellten Ansicht angeschlossen, welche auch v. Blöde für die sachgemässeste erklärt. „Man erkennt, sagte v. Blöde, dass in dem permischen Kupfersandsteingebirge auf eine klare und schlagende Weise Rothliegendes, Kohlenbildung **) und Zechstein nicht blos repräsentirt, sondern so durch einander gebildet und verschmolzen sind, dass man sagen könnte, die Bildung sei ein wahres Amalgam von jenen, eine Formation, die bis jetzt noch nicht ihres Gleichen in der Art habe. Vergleicht man nämlich das ganze Schichtensystem nach Bestand, Zusammensetzung und Petrefacten zuvörderst mit dem Rothliegenden, so zeigt sich, bei einiger Uebereinstimmung, eben so viel Abweichendes. Ganz dasselbe ergiebt sich aus einer Parallele mit dem Zechsteine im weiteren Sinne des Wortes. Aber sobald man sich die Haupt-Charaktere beider Bildungen summirt, und damit die permischen Schichten vergleicht, so stellt sich eine überraschende Identität heraus.“ Neues Jahrb. für Min. 1844, S. 50.

*) *Bull. de la soc. imp. des nat. Moscou*, 1840, p. 391 ff. und Neues Jahrb. für Min. 1842, S. 478 ff.

**) Nämlich die dem Rothliegenden untergeordnete Kohlenbildung; wie nicht nur der Zusammenhang lehrt, sondern auch vom Verf. in seinem Versuche einer Darstellung der Gebirgsformations-Systeme vom Europäischen Russland, 1844, S. 100 ausdrücklich erklärt wurde.

Die Gesteine sind Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten, Thonmergel, Mergelschiefer, Kalksteine, Gyps, Steinsalz und Steinkohlen.

Die Conglomerate bestehen gewöhnlich aus erbsen- bis haselnussgrossen Geschieben von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer, Thonschiefer, mit bald kieseligem, bald thonigem Bindemittel, und erinnern an viele Varietäten des Thüringer Rothliegenden. Die verschiedentlich roth, gelb, braun, grau und blaulich gefärbten, oft glimmerreichen Sandsteine ähneln bald denen des Rothliegenden, bald jenen der Buntsandstein-Formation, unterscheiden sich aber häufig durch ihr vorwaltend kalkiges Bindemittel*). Sie sind reich an Pflanzenresten und an kohlensauern Kupfererzen, welche letztere besonders in den ersteren concentrirt zu sein pflegen. Die Schieferletten, Mergel und Mergelschiefer zeigen meist blauliche und blaulichgraue Farben, sind bisweilen buntfarbig, und oft reichlich mit Kupfererzen imprägnirt; doch fehlt den Mergelschiefern der Bitumengehalt, welcher den teutschen Kupferschiefer charakterisirt. Braunrothe bis leberbraune Thonsteine gehören gleichfalls zu den weit verbreiteten Gesteinen. Die Kalksteine sind grau oder weiss, ja bisweilen schneeweiss und kreideähnlich, mitunter oolithisch**), nicht selten aber mit Conchylien dermaassen erfüllt, dass sie wie tertiäre Kalksteine aussehen; auch kommen stellenweise, wie z. B. bei Krasnoborsk in Nordrussland, braune Kalkstein-Conglomerate vor, welche den Dolomitconglomeraten Englands zu vergleichen sind. Der Gyps erscheint meist als weisser, feinkörniger bis dichter Gyps, bisweilen als Fasergyps.

Eine ähnliche Gliederung der Formation, wie in Teutschland und England, findet im Allgemeinen nicht Statt; es sind also die psephitischen, psammitischen und pelitischen Gesteine nicht in eine untere, es sind die Kalksteine und Gypse nicht in eine obere Etage vereinigt; im Gegentheile liegen diese letzteren Gesteine sehr häufig unmittelbar auf der Steinkohlenformation***), während die Sandsteine und Conglomerate ein höheres Niveau behaupten. Ueberhaupt aber giebt sich ein vielfacher Wechsel der Gesteine zu erkennen, wobei sich die verschiedenen Schichten häufig auskeilen, wiederum anlegen, oder gegenseitig vertreten.

*) G. Rose, Reise nach dem Ural, 1837, S. 115.

**) Z. B. bei Grebeni unweit Orenburg, bei Ustnem und Pomosdino im Petschoralande; die Oolithkörner sind oft hohl, wie kleine Bläschen, auch kommen bei Pomosdino concretionäre Kalksteine vor. Keyserling, Wissensch. Beobb. auf einer Reise in das Petschoraland, S. 351.

***) Die oben, S. 470, als Glieder der Steinkohlenformation erwähnten Gypse von der Dwina und Pinega sind später von Murchison und Verneuil der permischen Formation zugerechnet worden.

Es liegen also ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie in manchen Territorien der paralischen Steinkohlenformation kennen gelernt haben, wo gleichfalls die anderwärts getrennten Glieder des Kohlenkalksteins und des Kohlensandsteins nebst seinen Accessorien in fortwährender Wechsellagerung ausgebildet sind, so dass sie gar nicht mehr als selbständige Glieder unterschieden werden können (S. 490). Desungeachtet lässt sich doch in einzelnen grösseren Regionen eine bestimmte Aufeinanderfolge der Massen nachweisen, und wenigstens eine petrographische (wenn auch keine paläontologische) Gliederung der Formation geltend machen, wie solches von Schtschurowski und Wangenheim von Qualen versucht worden ist, welcher Letztere drei Abtheilungen unterschieden hat.

Schtschurowski brachte die permische Formation Russlands bereits im Jahre 1841 in zwei Abtheilungen, indem er eine untere, aus erzlosen, rothbraunen Sandsteinen, und eine obere, aus erzführenden, mit einander wechsellagernden Kalksteinen und Sandsteinen bestehende Etage unterschied, welche dem Rothliegenden und dem Zechsteine entsprechen dürften. Zerrenner, Erdkunde des Gouv. Perm, 1852, S. 237.

Wangenheim v. Qualen aber gab im Jahre 1847 folgende Uebersicht der permischen Formation im Gouvernement Orenburg:

1) Untere Abtheilung, mit Kupfererzen. Grosse Gypsstöcke; mächtige rothe, braune und graue Sandsteine; leberbraune Thonmergel und blaulicher Lettenmergel; stellenweise auch Conglomerate, Kalksteine und sehr verschiedenartige Mergel nebst Mergelschiefer in unaufhörlicher Abwechslung; nicht selten kleine Flötze von Schieferkohle. Dabei grosser Reichthum an Kupfererzen, theils in fossilen Holzstücken, theils im Sandstein und Mergelschiefer. — Paläontologisch wird diese Abtheilung durch unzählige Fragmente versteinerter Holzstämme charakterisirt, welche meist im Sandsteine unter Conglomeraten vorkommen; in demselben Niveau fand der Verf. auch Ueberreste von *Tubicaulis*, *Lepidodendron*, *Cyclopteris*, *Odontopteris*, *Pecopteris*, *Calamites gigas*, *C. Suckowii*, so wie *Productus Cancrini*, *Palaeoniscus Tchewkini*, und viele Saurierknochen.

2) Mittlere Abtheilung, mit weniger Kupfererzen. Thon und Sandmergel in dünnen Lagen; viele Schichten von Kalkstein und Mergelschiefer, zwischen denen oft schmale Lagen von Schieferkohle auftreten; auch buntfarbige Mergel; Sandsteine und brauner Thonmergel unbedeutend; äusserst regelmässig und dünngeschichteter Mergelgyps. Kupfererze weit seltener, als in der unteren Abtheilung. — Conglomerate und fossile Stämme fehlen, dagegen sind Fucoiden häufig; auch finden sich *Odontopteris Stroganovii*, *O. Fischeri*, *Neuropteris salicifolia*, *Pecopteris Wangenheimii*; von thierischen Ueberresten, welche oft auf grosse Strecken gänzlich vermisst werden, während sie an einzelnen Stellen sehr angehäuft sind, erwähnt der Verf. *Productus horrescens*, *P. Cancrini* (am Kidasch millionenweise), *Terebratula elongata* (bisweilen fuderweise), *Spirifer rugu-*

latus, u. a.; Saurierknochen sind selten. Uebrigens ist diese Gruppe nur stellenweise ausgebildet, und keineswegeges überall vorhanden.

3) Obere Abtheilung, ohne Kupfererze. Sie findet sich nur hier und da auf den Kuppen der Berge und Plateaus, ist höchstens einige Faden mächtig und besteht aus mergeligen oder tuffartigen, oft kieseligen, z. Th. kreideähnlichen Kalksteinen, in denen der Verf. keine Spur von Fossilien zu entdecken vermochte. Erman's Archiv für wissensch. Kunde Russlands, V, 1847, S. 136 ff.

§. 377. *Permische Formation Russlands; Kupfererze, Gyps und Steinsalz; Lagerung.*

Der Reichthum an Kupfererzen, welcher den Namen Kupfersandstein veranlasste, und das Vorkommen mächtiger und weit ausgedehnter, bisweilen von Steinsalz begleiteter Gyps-Ablagerungen, diess sind ein paar Erscheinungen, welche die permische Formation Russlands mit den teutschen Vorkommnissen in sehr nahe Beziehung bringen, und ihr eine gleiche bergmännische und nationalökonomische Wichtigkeit verleihen*).

Nirgends findet man einen so allgemein verbreiteten Reichthum von Kupfererzen, als an der Westseite des Ural, in den Gouvernements Perm und Orenburg; doch giebt sich eine Abnahme desselben mit der Entfernung vom Gebirge zu erkennen, bis endlich in 400 oder 500 Werst Abstand die Erzführung aufhört. Die beiden herrschenden Erze sind Malachit und Kupferlasur; doch ist nach Planer's interessanter Beobachtung auch Volborthit, also vanadinsaures Kupferoxyd, ziemlich häufig, theils als gelblichgrünes Pigment des Sandsteins, theils, und noch gewöhnlicher, als Anflug auf Klüften von Dendrolithen**); auch findet sich hier und da etwas Rothkupfererz, gediegen Kupfer, Kupferkies

*) Nach den neuesten Mittheilungen von Reuss zeigt das Rothliegende Böhmens in der Gegend von Böhmischbrod eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Kupfersandsteine Russlands. Mehre Sandsteinschichten sind erfüllt mit Malachit und Kupferlasur, welche auch die Fugen und Klüfte des Gesteins, und selbst die Gerölle seiner conglomeratartigen Varietäten überziehen. Dieselben Sandsteine enthalten Schweife und Schmitzen von bröcklicher Ruskohle und Fragmente von Pflanzenstämmen, welche gleichfalls mehr oder weniger mit Kupfererzen imprägnirt sind. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, III, 1852, S. 96 ff.

**) Erman's Archiv, Bd. VIII, S. 133. Diese Beobachtung lässt vermuthen, dass der von Kersten nachgewiesene Vanadingehalt des Thüringer Kupferschiefers wohl gleichfalls in einer geringen Beimengung von Volborthit begründet sei; was vielleicht mit dem Vorkommen desselben Minerals in den Manganerzen des Thüringer Waldes im Zusammenhange stehen dürfte.

und Kupferglanz, so wie Vanadinit. Die Conglomerate, Sandsteine und Thonmergel sind es, in welchen diese Kupfererze meist fein eingesprengt oder als Anflug, selten in ganz kleinen Nestern vorkommen; besonders reichlich aber pflegen sie an den versteinerten Stamm- und Astfragmenten aufzutreten, welche der Sandstein in grosser Menge beherbergt. Gewöhnlich ist nur eine erzreiche Schicht vorhanden, welche einige Zoll bis ein paar Fuss, selten bis zu einem Lachter mächtig ist; bisweilen aber wechseln erzleere oder doch erzarme Schichten mit erzreichen Schichten ab*).

Nach Wangenheim v. Qualen ist das Vorkommen der Kupfererze sehr manchfaltig und regellos. Bald erscheinen sie als ein grüner, mit Malachit gemengter Sand, welcher Knollen, Nester und Lagen im rothen Sandsteine bildet; bald sind sie an die fossilen Holzstämme gebunden, deren Fragmente zumal an der Rinde mit Malachit und Kupferlasur imprägnirt sind, bisweilen auch von grün gefärbten Saurierknochen begleitet werden; bald, wie z. B. am südlichen Fusse des Obschtei-Syrt, sind es sandige Mergelschiefer, welche dem rothen und grauen Sandsteine in zahlreichen Schichten eingelagert und auf allen Fugen und Klüften mit Malachit und Kupferlasur angeflogen, oder auch mit denselben Erzen imprägnirt sind; bald endlich sind es blaulichgraue Thonmergel oder Kalkmergel, und selbst Kalksteine, welche die Erze enthalten. Erman's Archiv, V, 1847, S. 136 f.

Der Umstand, dass sich die Erzführung nur etwa 400 bis 500 Werst von der Uralkette nach Westen hin erstreckt, lässt vermuthen, dass sie von dort her ihren Ursprung nahm. Murchison hat die sehr wahrscheinliche Ansicht aufgestellt, dass während der Bildungsperiode der permischen Formation viele, mit Kupfersalzen geschwängerte Mineralquellen am Ural existirten, deren Wasser in die Flüsse und zuletzt in das permische Meer gelangten; da nun die Erze am reichlichsten in der Begleitung der Stämme, Aeste und Blätter von Landpflanzen vorkommen, so mögen es wohl dieselben Flüsse gewesen sein, welche die Kupfersalze und die Pflanzentheile hinausförderten. Murchison denkt sich diese Ereignisse in einem gewissen Zusammenhange mit der Bildung der Kupfererz-Lagerstätten an der Ostseite des Urals. *The Geology of Russia*, 1845, *p.* 168 und 473.

Der Gyps ist an der Westseite des Ural fast in einem ununterbrochenen Zuge von Orenburg bis jenseits des 60. Breitengrades bekannt, und in der Nähe von Perm insbesondere durch Tscheklezow gegen 16 Meilen weit nachgewiesen worden. Mächtige und z. Th. sehr ausgedehnte Ablagerungen desselben treten auch in der Linie von Ufa nach Samara, so wie von Ufa nach Kasan auf; eben so ist er bei Barnukowa, im Gouvernement Nischni-Nowgorod, sehr bedeutend entwickelt, mit

*) G. Rose, Reise nach dem Ural, S. 115 ff., und Zerrenner, Erdkunde des Gouvernement Perm, S. 245.

grossen von Pallas und Strangways beschriebenen Höhlen, und überhaupt ganz ähnlich dem Zechsteingypse am Südrande des Harzes. Aber auch im hohen Norden, an der Dwina und Pinega, gewinnt der Gyps eine ganz ausserordentliche Verbreitung.

Dass diese ausgedehnten Gypsmassen auch häufig von Steinsalz begleitet werden, diess wird schon sehr wahrscheinlich durch die zahlreichen Soolquellen, welche z. B. nördlich von Perm bei Solikamsk, ferner bei Totma und Balachna, so wie in der Kirgisensteppe bei Mertvisol bekannt sind. Bei Ilezkaja Sastschita ragt aber auch, mitten in der unabsehbaren Ebene der genannten Steppe, aus den rothen sandigen Mergeln und weissen Gypsen ein gewaltiger Stock von Steinsalz hervor, dessen Ausdehnung durch Bohrversuche in sehr bedeutender Länge und Breite nachgewiesen worden ist; auch sind die Abbaue bereits über 70 Fuss tief in dieses Steinsalz eingedrungen. Dasselbe ist ganz rein und weiss, grobkörnig, umschliesst bisweilen Stücke von bituminösem Holze, und wird steinbruchsweise gewonnen*). Die atmosphärischen Wasser haben die Oberfläche dieses, wie Herrmann sagte, gleichsam aus einem Gusse bestehenden Salzberges zu ganz ähnlichen Formen ausgewaschen, wie sie auf den Gletschern vorkommen. Nach Wangenheim von Qualen ist auch bei Ussollie, im Gouvernement Perm, ein 49 Fuss mächtiges Steinsalzlager durchbohrt worden, welches über Gyps, und unter Mergel und Sandstein liegt.

Steinkohlen kennt man an mehren Punkten, besonders aber bei Bjelebei am Kidasch, wo die Flötze $1\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Fuss mächtig sind, und zum Theil abgebaut werden.

Durch ihre Lagerung wird die permische Formation, wie in Teutschland und England, so auch in Russland als die, unmittelbar auf die Steinkohlenformation folgende Bildung charakterisirt, welcher sie dort in ihrem ganzen Verbreitungsgebiete concordant aufgelagert zu sein scheint. Dass sie aber auch wirklich das Aequivalent des Rothliegenden und Zechsteins ist, dafür sprechen, ausser vielen petrographischen Analogieen, ganz vorzüglich die organischen Ueberreste, indem die Pflanzenreste gar sehr mit denen des Rothliegenden, die Thierreste aber in noch weit höherem Grade mit denen des Zechsteins übereinstimmen.

Es stellt also die permische Formation Russlands gewissermaassen eine, durch fortwährende Wechsellagerung der Gesteine hervorgebrachte Combi-

*) Nach G. Rose beträgt die jährliche Förderung 700,000 Pud. Reise nach dem Ural, II, S. 204; vergl. auch Herrmann im Magazin der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin, IV, 1810, S. 192.

nation des Rothliegenden und des Zechsteins dar, in welcher sich natürlich ein ganz anderes Gesetz der Gliederung zu erkennen geben muss, als diess in Teutschland und England der Fall ist. Aehnliche Verschiedenheiten der Zusammensetzung, Structur und Gliederung finden sich aber auch bei anderen Sedimentformationen in ihren verschiedenen Bildungsräumen; sie sind eine ganz natürliche Folge der verschiedenen Verhältnisse dieser Bildungsräume, und daher dürfte denn die Russische Formation, trotz ihres „immerwährenden kunterbunten Schichtenwechsels und ihres fast chaotischen Charakters“ dennoch mit allem Rechte als das Product gleichartiger und gleichzeitiger Bildungsprocesse zu betrachten sein, wie solche in anderen Gegenden das Rothliegende und den Zechstein hervorgebracht haben. Nur haben diese Processe in Russland eine andere Reihenfolge beobachtet, was sich besonders auffallend in der Stellung des Gypses zu erkennen giebt, welcher dort häufig die ganze Formation eröffnet.

§. 378. *Permische Formation in Frankreich, Nordamerika, Spitzbergen.*

Man kennt die permische Formation auch in Frankreich, wie z. B. mehrorts in den Vogesen, wo sie jedoch (eben so wie in Böhmen) nur als Rothliegendes, ferner bei Littry (Calvados) und Plessis (la Manche), wo sie auf ähnliche Weise, jedoch zugleich als ein steinkohlenführendes Schichtensystem ausgebildet ist.

Ob die in den Cevennen ziemlich verbreiteten, und auf der geologischen Charte von Frankreich als *grès inférieur du lias* bezeichneten, aus Conglomerat, Sandstein, bunten Mergeln und Kalkstein bestehenden Schichten, welche Emilien Dumas der Trias, de-Roys dagegen der permischen Formation zurechnet, wirklich diese letztere Formation repräsentiren, diess ist wohl noch zweifelhaft. Dagegen hat es wohl mehr Wahrscheinlichkeit für sich, dass die durch ihre Fischabdrücke bekannten Brandschiefer von Autun, welche dort über der Steinkohlenformation liegen (S. 594) und von Sandsteinen begleitet werden, in denen sehr viele Psaronien und andere verkieselte Dendrolithen vorkommen, von der carbonischen Formation getrennt und der permischen Formation zugerechnet werden müssen.

In Nordamerika tritt auf der Ostseite der Alleghanies in den Staaten Massachusetts, Connecticut, New-York, Pennsylvanien, New-Jersey und weiter südlich bis Nordcarolina eine Sandsteinbildung auf, welche man gegenwärtig der Triasformation vergleicht*), während sie

*) Man stützt sich dabei besonders auf die von W. Rogers gefundenen kleinen Muscheln, welche der *Posidonomya minuta* gleichen sollen. Indessen dürften

früher als das Aequivalent des *lower new red sandstone* betrachtet wurde. Und in der That lassen uns die von Hitchcock und H. Rogers gelieferten Beschreibungen so viele Analogieen mit dem Rothliegenden und mit gewissen Schichten der permischen Formation Englands und Russlands erkennen, dass diese ältere Ansicht noch keineswegs widerlegt zu sein scheint.

In New-Jersey sind es dunkelrothe thonige Sandsteine, welche nach unten in Conglomerate, nach oben in Schieferletten übergehen und von Kalkstein-Conglomeraten bedeckt werden, dabei an vielen Punkten einen grossen Reichthum von Kupfererzen (meist Carbonaten und Sulphureten) beherbergen, welche theils eingesprengt, theils in Schnüren und Nestern vorkommen. In Massachusetts und Connecticut finden sich auch schwarze, bituminöse Mergelschiefer, welche bei Sunderland, Middletown und anderen Orten reich an Fischen sind, die wenigstens einige Analogieen mit den Fischen des Thüringer und Englischen Zechsteins erkennen lassen. Dieselbe Sandsteinbildung ist es, in welcher stellenweise sehr zahlreich jene merkwürdigen Ornithichniten vorkommen, von denen im ersten Bande S. 510 die Rede war.

Featherstonhaugh betrachtete diese Sandsteinbildung als einen abgetrennten Theil der grossen Nordamerikanischen Steinkohlenformation, während man gegenwärtig über das jüngere Ater derselben einig zu sein scheint, obwohl sie hier und da kleine Steinkohlenflötze enthält. Die Pflanzen, welche Hitchcock (in *Trans. of American geologists*, 1840, *p.* 294 und Taf. 13) als Voltzien beschrieb und abbildete, erinnern weit mehr an Lycopoditen oder Walchien; die Fische sind meist heterocercal, obwohl in geringerem Grade, als die der permischen Formation in Teutschland. Vor der Hand dürfte die Frage nach der Zugehörigkeit dieser Sandsteinbildung zu dieser oder jener Formation noch nicht vollständig beantwortet sein.

Endlich mag noch bemerkt werden, dass auf Spitzbergen nicht nur die carbonische, sondern auch die permische Formation existirt, wie de-Koninck gezeigt hat, indem er unter den von dort gebrachten Fossilien mehre ächt permische Formen (z. B. *Productus horridus* und *P. Cancrini*, *Spirifer alatus* u. a.) erkannte, welche es gar nicht bezweifeln lassen, dass in jenen arktischen Regionen die Aequivalente der teutschen Zechsteinbildung vorhanden sein müssen.

diese Formen, eben so wenig als die Verschiedenheit der Fische, ein entscheidendes Argument gegen die ältere Ansicht liefern.

Viertes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der permischen Formation.

§. 379. *Allgemeines*; *Flora der permischen Formation.*

Wie in der Steinkohlenformation die Pflanzenreste vorzüglich innerhalb der Sandsteine und Schieferthone, die Thierreste vorzüglich innerhalb der Kalksteine vorkommen, so verhält sich diess auch in der permischen Formation. Wo also die Sandsteine und die Kalksteine derselben in die beiden selbständigen Glieder des Rothliegenden und des Zechsteins getrennt sind, da werden wir im ersteren vorzugsweise vegetabilische, im letzteren dagegen vorzugsweise animalische Ueberreste erwarten können. Doch umschliesst der Zechstein, namentlich im Kupferschiefer, nicht selten Fucoiden, bisweilen auch Landpflanzen, wogegen die Pflanzenreste des Rothliegenden wohl immer den Charakter von Landpflanzen an sich tragen. Die dem Rothliegenden untergeordneten Lager von Kalkstein und Brandschiefer endlich enthalten auch häufig, zugleich mit Pflanzenresten, Abdrücke von Fischen, Koprolithen und einige andere thierische Ueberreste.

Bei einem allgemeinen Ueberblicke der Flora und der Fauna der permischen Formation giebt sich uns die grosse Armuth derselben, d. h. die verhältnissmässig geringe Anzahl von specifisch verschiedenen Formen, als eine höchst auffallende Erscheinung zu erkennen. Diese Armuth stellt sich (wie bereits S. 608 erwähnt wurde) nicht nur für die Fauna, sondern auch für die Flora der permischen Formation heraus, wenn wir beide mit denen der vorausgehenden Steinkohlenformation vergleichen. Denn während aus dieser Formation vielleicht an 800 Pflanzenspecies und über 1400 Thierspecies bekannt sind, so führt Bronn in seiner paläontologischen Statik aus der permischen Formation nur 76 vegetabilische, und 193 animalische, überhaupt also nur 269 Formen auf; welche Zahlen in der neuesten, von King gegebenen Uebersicht nur um wenige Einheiten erhöht werden.

Die Flora der permischen Formation lässt noch viele, sehr auffallende Analogieen mit jener der Steinkohlenformation erkennen, aus welcher viele Geschlechter in das Rothliegende hinaufreichen, obwohl die Species grösstentheils verschieden sind.

Von Pflanzenstämmen erscheinen noch einige Calamiten, unter welchen zumal der grosse *Calamites gigas* als eine sehr ausgezeichnete permische Form erwähnt zu werden verdient. Das Genus *Calamitea* scheint bis jetzt nur im Rothliegenden bekannt zu sein, wo seine Stämme,

gewöhnlich im verkieselten Zustande, getroffen werden. Eine vorzügliche Wichtigkeit erlangen aber die Geschlechter *Psaronius* und *Tubicaulis*, deren verkieselte Ueberreste, zumal in den Thonstein-Ablagerungen des Rothliegenden, so häufig vorkommen, dass sie für dieses Formationsglied überhaupt als sehr charakteristische Formen zu betrachten sind. Verkieselte Coniferenstämme finden sich gleichfalls nicht selten; dagegen fehlen die, für die Steinkohlenformation so wichtigen Geschlechter *Sigillaria* und *Stigmaria* fast gänzlich; einige *Lepidodendra* sind nur als seltene Erscheinungen zu erwähnen, und *Knorria imbricata* soll angeblich in Russland vorkommen. Die von Cotta unter dem Namen *Medullosa* aufgeführten Cycadeenstämme beschliessen die Reihe der wichtigeren stammartigen Pflanzentheile*).

Von anderen Pflanzenformen sind zuvörderst Fucoiden zu nennen, welche namentlich im Kupferschiefer, also in der tiefsten Schicht der Zechsteinbildung, häufig vorkommen, und grösstentheils dem Genus *Caulerpites* angehören. Farnkräuter spielen noch eine sehr wichtige Rolle, indem besonders die Geschlechter *Neuropteris*, *Odontopteris*, *Pecopteris* uud *Sphenopteris* in vielen, die Geschlechter *Cyclopteris* und *Nöggerathia* noch in einigen Species auftreten, deren Ueberreste theils in den Psammiten und Thonsteinen, theils in den Schieferletten und Schieferthonen des Rothliegenden, zum kleineren Theile auch in den untergeordneten Kalksteinlagern desselben, und sogar noch im Kupferschiefer angetroffen werden; die Mehrzahl der Species ist jedoch wesentlich verschieden von denen der carbonischen Formation. Auch die Walchien (oder Lycopoditen) erlangen einige Wichtigkeit, indem ihre Zweige und Blätter bisweilen in grosser Menge vorkommen; dagegen sind von anderen Coniferen dergleichen Ueberreste nur sparsam gefunden worden, obgleich ihre verkieselten Stämme nicht gerade zu den Seltenheiten gehören.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht wenden wir uns zu einer Aufzählung der wichtigsten Pflanzenformen, welche bis jetzt in der permischen Formation nachgewiesen worden sind **).

*) Bei den nicht selten vorgekommenen Verwechslungen oder Vereinigungen des Rothliegenden mit der Steinkohlenformation dürften manche ältere (zum Theil auch in neuere Schriften übergegangene) Angaben über das Vorkommen von Pflanzen nicht immer mit unbedingtem Vertrauen aufzunehmen sein.

**) Wegen den Abbildungen verweisen wir auf das zweite Heft der von Geinitz und v. Gutbier herausgegebenen Versteinerungen des Zechsteins und Rothliegenden, auf Cotta's Dendrolithen, auf King's *Monograph of Permian fossils*, und auf den zweiten Band von Murchison's *Geology of Russia*. Im *Bull. de l'Acad.*

1. Fucoiden.

Caulerpites selaginoides *Sternb.*, in Teutschland und England häufig.
Zonarites digitatus *Sternb.*, Thüringen.

Ueberhaupt kannte man nach Althaus im Jahre 1846 aus dem Kupferschiefer 18 verschiedene Species von Fucoiden.

2. Calamariae.

Calamites gigas *Brong.*, Russland, Sachsen.
..... *Dürri* *Gutb.*, Sachsen.
..... *infractus* *Gutb.*, Zwickau in Sachsen.
..... *Suckowii* *Brong.* > Russland.
Calamitea striata *Cotta*, Gegend von Chemnitz in Sachsen.
..... *bistriata* *Cotta*, ebendaselbst.
..... *lineata* *Cotta*, desgleichen.
Asterophyllites spicata *Gutb.*, Zwickau.
Annularia carinata *Gutb.*, ebendaselbst.

3. Filices.

a. Laub.

Sphenopteris erosa *Morr.*, Russland und Sachsen.
....... *dichotoma* *Alth.*, Oschatz und Riechelsdorf.
....... *Göpperti* *Gein.*, Ilmenau im Kupferschiefer.
....... *Naumanni* *Gutb.*, Zwickau und Oschatz.
Neuropteris Loshii *Brong.* >, Sachsen, mehrorts.
...... *conferta* *Sternb.* > Böhmen, im Kalkschiefer des Rothliegenden.

Aus Russland werden 9 Species von *Neuropteris* citirt, welche zum Theil auch carbonisch sind.

Odontopteris Stroganowii *Morr.*, Russland.
....... *permiensis* *Brong.*, Russland.
....... *obtusiloba* *Naum.*, Oschatz und Ilefeld.
Nöggerathia expansa *Brong.*, Russland.
Taeniopteris Eckhardti *Germ.*, Mansfeld im Kupferschiefer.
Pecopteris arborescens *Brong.* > Sachsen mehrorts, Böhmen.
..... *Geinitzii* *Gutb.*, desgleichen.
..... *Martinsi* *Germ.*, Mansfeld und Frankenberg.
..... *Göpperti* *Morr.*, Russland.
..... *Wangenheimii* *Brong.* ebendaselbst.

b. Stämme.

Tubicaulis primarius *Cotta*, Flöha bei Chemnitz, = *Zygopteris primaeva* *Corda*.
...... *solenites* *Cotta*, ebendaselbst, = *Selenochlaena Reichii* *Corda*.

Imper. de St. Petersbourg, *X*, 1852, *p.* 377, gab v. Mercklin ein Verzeichniss der 42 bis jetzt in Russland nachgewiesenen Pflanzenspecies.

Psaronius asterolithus Cotta, Sachsen, Böhmen.

. *helmintolithus* Cotta, Sachsen, Böhmen, Thüringen.

Ueberhaupt führt Unger 29 Species von *Psaronius*, grösstentheils nach Corda's und seinen eigenen Bestimmungen auf.

4. Selagines.

Lepidodendron elongatum Brong. > Russland.

Kutorga giebt noch zwei andere Species an.

5. Cycadeaceae.

Medullosa elegans Cotta, Sachsen, mehrorts.

. *porosa* Cotta, desgleichen.

6. Coniferae.

Walchia piniformis Sternb., Oschatz, Zwickau, Harz, Böhmen, Thüringer Wald, Wetterau.

. . . . *filiciformis* Sternb., ebendaselbst.

. . . . *pinnata* Gutb., desgleichen.

Cupressites Ullmanni Bronn., Frankenberg, Pössneck, einzelne Blätter auch bei Mügeln und Ronneburg.

Dadoxylon Brandlingi Endl. > ist = *Araucarites* Br.

. *stellare* Ung.

. *stigmolithos* Ung.

§. 380. *Fauna der permischen Formation.*

Die Fauna der permischen Formation ist besonders in ihren aus Kalkstein bestehenden Schichten und Etagen niedergelegt, während die übrigen Schichten nur selten thierische Ueberreste umschliessen; doch sind auch im Stinksteine dergleichen noch niemals beobachtet worden, welcher überhaupt, eben so wie der Gyps, der Anhydrit und die meiste Rauchwacke zu den fossilfreien Gesteinen der Formation gehört*).

Die Fossilien der permischen Periode führen uns die letzten Formen der paläozoischen Fauna vor, welche mit dieser Periode zu

*) Doch finden sich ziemlich häufig Fische in den Brandschiefern Teutschlands, Saurierknochen im Kupfersandsteine Russlands. Die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteinlager haben ausser Fischen und Pflanzen nur selten etwas Anderes gezeigt. Schulze will in den Kalksteinschichten bei Rothenburg Terebrateln gefunden haben (Leonh. Min. Taschenb. VIII, S. 613), und Brunner fand in einer Kalksteinschicht bei Zwickau kleine Gasteropoden, welche v. Gutbier provisorisch unter dem Namen *Turbonilla Zwickaviensis* aufführt. Bei Niedermuschütz unterhalb Meissen entdeckte Cotta im Schieferletten des dortigen Sandsteins kleine Bivalven, welche einigermaassen an *Posidonomya minuta* erinnern, aber jedenfalls verschieden von denjenigen Schalen sind, die in den Oschatzer Brandschiefern millionenweise vorkommen, und wahrscheinlich einer *Cypris* angehören.

Ende ging, um einer ganz neuen Thierwelt Platz zu machen. Die Anzahl der bekannten Species beträgt noch nicht einmal 200, von welchen jedoch die meisten der permischen Formation ausschliesslich zugehören, und nur wenige aus älteren Formationen heraufreichen.

Von Korallen, deren im Kohlenkalksteine so viele vorkommen, kennt man im Zechsteine nur sehr wenige, isolirte und kleine Formen; unter den Bryozoen dagegen erlangt das Geschlecht *Fenestella* eine bedeutende Wichtigkeit, indem mehre seiner Species stellenweise zu förmlichen Bänken angehäuft sind.

Die Krinoiden, diese im Kohlenkalksteine in zahlreichen Geschlechtern und oft in erstaunlicher Menge der Individuen vorkommenden Echinodermen sind im Zechsteine auf eine einzige Species, den *Cyathocrinus ramosus*, reducirt, und von anderen Echinodermen kennt man nur noch eine *Cidaris* und eine *Asterias*.

Unter den Mollusken sind besonders die Brachiopoden von grossem Belang. Das Geschlecht *Productus* enthält nach de Koninck 10 permische Species, von welchen *P. horridus*, *P. Cancrini* und *P. Geinitzii* die drei gewöhnlichsten sind, insbesondere aber der erste in Teutschland und England, der zweite dagegen in Russland als eine höchst charakteristische Leitmuschel auftritt. Von *Chonetes* scheint nur eine Species, nämlich die in der Steinkohlenformation bekannte *Ch. variolata* vorzukommen. *Orthis* ist noch in ein paar Species vorhanden, an welche sich einige Formen des Geschlechtes *Orthothrix* anschliessen. Von Spiriferen erscheinen besonders *Sp. undulatus* und *Sp. alatus* als ein paar wichtige Leitmuscheln. Die Terebrateln der permischen Formation sind durch ihre eigenthümliche innere Structur dermaassen ausgezeichnet, dass sie von King unter besondere Geschlechter gebracht wurden. *Lingula* und *Orbicula* erscheinen nur sehr sparsam vertreten. — Die Conchiferen oder Acephalen lassen uns zumal die Geschlechter *Avicula, Gervillia*, *Mytilus* und *Schizodus**) als solche erkennen, welche, obgleich nur in sehr wenigen Species ausgebildet, doch eine ziemliche Verbreitung besitzen, und daher mehre Leitmuscheln geliefert haben. — Die Gasteropoden sind sehr beschränkt, sowohl was die Zahl der Geschlechter und Arten, als auch was die Menge der Individuen betrifft; auch liefern sie lauter sehr kleine Species, wie denn überhaupt die meisten Mollusken der permischen Formation verhältnissmässig nur unbedeutende Dimensionen erreichen. — Von Cephalopoden ist bis jetzt nur ein *Nautilus*,

*) Dieses Geschlecht ist nach v. Grünewaldt mit dem Bronn'schen Genus *Myophoria* zu vereinigen. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. III, S. 247 f.

nämlich *N. Freiesleberni* nachgewiesen worden, und diese Armuth an Cephalopoden ist wohl eine der hervorstechenden Eigenthümlichkeiten der permischen Fauna.

Unter den Crustaceen sind die Trilobiten gänzlich verschwunden. Ein seltener *Limulus*, einige Cytherinen und Cytheren, und die in manchen Brandschiefern so zahlreich erscheinenden Cypriden dürften als die alleinigen Repräsentanten der Crustaceen zu betrachten sein.

Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so sind es vorzüglich Fische, deren ausserordentlich häufiges Vorkommen im Kupferschiefer Teutschlands schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Geologen und Paläontologen erregt hat; auch die in demselben Horizonte auftretenden Mergelschiefer Englands sind reich an Fischen. Namentlich haben die Geschlechter *Palaeoniscus*, *Platysomus* und *Acrolepis* viele Species geliefert; dabei ist es aber merkwürdig, dass in beiden Ländern lauter verschiedene Species vorkommen; während z. B. in Teutschland *Palaeoniscus Freieslebeni* zu den gewöhnlichsten Formen gehört, so erscheint in England *P. comtus* als die allerhäufigste Species. Die Fische scheinen also während der permischen Periode ziemlich beschränkte Verbreitungsgebiete gehabt zu haben, und es kann uns um so weniger befremden, wenn die Species der Nordamerikanischen Sandsteinformation noch mehr von den Europäischen abweichen, als diese unter einander. Eben so sind die in den Kalkschiefern und Brandschiefern des Rothliegenden vorkommenden Fische verschieden von denen des Zechsteins*).

Ausser den Fischen sind nur noch Saurier bekannt; so der *Proterosaurus Speneri*, der *Palaeosaurus cylindodron*, der *Thecodontosaurus antiquus* und der *Rhopalodon Wangenheimii*. Die Fusstapfen, welche Cotta aus dem Rothliegenden von Friedrichsroda am Thüringer Walde erwähnt, und die Koprolithen, welche Girard von Hohenelbe in Böhmen beschreibt, eben so wie diejenigen, die bei Oschatz vorkommen, dürften gleichfalls von Sauriern herrühren. Sollte die Nordamerikanische Sandsteinbildung auf der Ostseite der Alleghanies wirklich der permischen Formation entsprechen, so würden auch die Ornithichniten des Connecticut-Thales hierher gehören.

Indem wir von dieser allgemeinen Betrachtung der permischen Fauna zu einer Aufzählung ihrer wichtigsten Leitfossilien übergehen, beschränken wir uns hauptsächlich auf diejenigen Formen, welche die Tafeln XX

*) In den Böhmischen Kalksteinlagern finden sich zumal *Palaeoniscus Vratislaviensis* und *P. lepidurus*, in den Brandschiefern und bituminösen Schieferthonen *Xenacanthus Decheni* und *Holacanthodes gracilis*.

und XXI unsers paläontologischen Atlas veranschaulichen. Mit Ausnahme der Fische und Fischschuppen sind alle Bilder aus dem bekannten Werke von Geinitz entlehnt worden.

1. Korallen und Bryozoen.

Alveolites Producti Gein. *XX*, 1, *a* und *b* natürl. Grösse, *c* vergrössert; ist = *Stenopora columnaris* King, und findet sich als Ueberzug auf *Productus horridus* in Teutschland und England.

Coscinium dubium Gein. *XX*, 2, *a* natürliche Grösse, *b* vergr. Teutschland.

Fenestella anceps Lonsd. >, *XX*, 3, nat. Grösse und vergr. = *Thamniscus dubius* King; Teutschland und England.

. *Ehrenbergii* Gein. *XX*, 4 nat. Grösse, *a* und *b* vergr. Zellenmündungen; ist = *Phyllopora Ehrenbergii* King, Teutschland und England.

. *antiqua* Goldf. >, *XX*, 5, *a* Fragment in nat. Grösse, *b* und *c* Theile vergrössert; Teutschland.

. *retiformis* Lonsd. >, *XX*, 6, *a* unterer Theil eines Stammes in nat. Grösse, *b* und *c* vergrösserte Theile; Teutschland, England und Russland.

Stenopora Mackrothi Gein. *XX*, 7, *a* grösseres Exemplar von der Seite und von oben, *c* und *d* kleineres Exemplar nat. Grösse und vergrössert; ist = *Calamopora Mackrothi* King, und findet sich in Teutschland und England.

Cyathophyllum profundum Germ. *XX*, 8, halb verkleinert; = *Petraia prof.* King; Teutschland und England.

2. Echinodermen.

Cyathocrinus ramosus Schloth. *XX*, 9, verschiedene Säulenstücke, *a* und *b* vergr. Gelenkflächen; Teutschland und England.

Cidaris Keyserlingii Gein. *XX*, 10, *a* und *b* Asseln nat. Gr. und vergr., *c* und *d* Stachel desgl.; Teutschland und England; = *Archaeocidaris Verneuliana* King.

3. Brachiopoden.

Productus horridus Sow. *XX*, 11; äusserst wichtige Leitmuschel für Teutschland, England und Spitzbergen, in Russland noch nicht beobachtet und dort durch *P. horrescens* vertreten.

. *Leplayi* Vern. *XX*, 12, vergrössert; Teutschland, Russland, Spitzbergen.

. *Cancrini* Vern. *XX*, 13; Teutschland, Spitzbergen und besonders Russland, wo er ganz ausserordentlich verbreitet ist.

*Orthothrix lamellosa**) Gein. *XX*, 14; Teutschland und England, = *Strophalosia Morrisiana* King.

*) Wir erlauben uns, das Wort *Orthothrix* als Femininum einzuführen, da sein Stammwort ein solches ist.

Orthothrix excavata Gein. *XX*, 15; Teutschland und England.
. *Goldfussii* Münst. *XX*, 16; Teutschland und England; = *Stroph. Goldf.* King.
Orthis pelargonata Schloth. *XX*, 17; = *Orthis Laspii* Buch und *Streptorhynchus pelarg.* King; Teutschland und England.
Spirifer cristatus Buch, *XX*, 18; = *Trigonotreta crist.* King; Teutschland und England.
. *undulatus* Sow. *XX*, 19; sehr bezeichnende Leitmuschel in Teutschland und England; doch trennt King die *Trigonotreta alata* von *T. undulata*; erstere ist die gewöhnlichere, letztere ist weit weniger breit, an den Buckeln mehr angeschwollen und an der Stirn mehr producirt.
Terebratula elongata Schloth. *XX*, 19 und 20, so wie *XXI*, 1; verschiedene Varietäten, welche jedoch von King als *Epithyris sufflata* und *Ep. elongata* getrennt werden. Teutschland, England und Russland.
. *pectinifera* Sow. *XXI*, 2, gleichfalls in allen drei Ländern; = *Cleiothyris pect.* King.
. *Geinitziana* Vern. *XXI*, 3; Teutschland und Russland.
. *Schlotheimii* Buch, *XXI*, 4; in allen drei Ländern, = *Cameraphoria Schl.* King*).
. *superstes* Vern. *XXI*, 5; Teutschland und Russland.
Lingula Credneri Gein. *XXI*, 6; Teutschland und England.
Orbicula Koninckii Gein. *XXI*, 7; desgleichen, = *Discina speluncaria* King.

4. Conchiferen.

Avicula Kazanensis Vern. *XXI*, 8; Teutschland und Russland.
. . . . *speluncaria* Schloth. *XXI*, 9; Teutschland, England und Russland; = *Monotis speluncaria* King.
Gervillia keratophaga Schloth. *XXI*, 10; in allen drei Ländern; = *Bakewellia kerat.* King.
Pecten pusillus Schloth. *XXI*, 11; Teutschland und England.
Mytilus Hausmanni Goldf. *XXI*, 12; ebendaselbst und Russland; = *M. squamosus* King.
Arca Kingiana Vern. *XXI*, 13; Teutschland, England und Russland; = *Byssoarca Kingiana* King.
. . . *tumida* Sow. *XXI*, 14; Teutschland und England; = *Byssoarca striata* King.
Cardita Murchisoni Gein. *XXI*, 15; in allen drei Ländern; = *Pleurophorus costatus* King.
Nucula speluncaria Gein. *XXI*, 16; Teutschland und England; = *Leda Vinti* King.

*) In England kommt bei Humbleton u. a. O. auch die schöne *Terebratula* oder *Cameraphoria multiplicata* King häufig vor.

Schizodus Schlotheimii Gein. *XXI*, 17; Teutschland und England; auch *Schiz. obscurus* (*Axinus obsc.*) ist zumal in England sehr gemein.

Panopaea lunulata Keys. *XXI*, 18; in allen drei Ländern; = *Allorisma elegans* King; auch *Solemya biarmica* ist wichtig, weil sie in England, Teutschland und Russland vorkommt.

5. Gasteropoden.

Pleurotomaria Verneuili Gein. *XXI*, 19; Teutschland und England.
. *antrina* Schloth. *XXI*, 20; desgleichen.
Murchisonia subangulata Vern. *XXI*, 21; Teutschland und Russland.
Trochus helicinus Schloth. *XXI*, 22; Teutschland und England; = *Turbo helic.* King.
. . . . *pusillus* Gein. *XXI*, 23; desgleichen; = *Rissoa obtusa* King.
Natica Hercynica Gein. *XXI*, 24; eben so; = *N. Leibnitziana* King.
Turbonilla Altenburgensis Gein. *XXI*, 25, Teutschland.

6. Cephalopoden.

Nautilus Freieslebeni Gein. *XXI*, 26; Teutschland und England.

7. Anneliden.

Serpula pusilla Gein. *XXI*, 27; Teutschland und England.
. . . . *planorbites* Münst. *XXI*, 28; desgleichen.

8. Fische.

Platysomus gibbosus Ag. *XXI*, 29 verkleinert; Teutschland.
Acrolepis exsculptus Münst. *XXI*, 30, eine Schuppe.
Palaeoniscus Freieslebeni Ag. *XXI*, 31, verkleinert; in Teutschland sehr verbreitet.
. *magnus* Ag. *XXI*, 32; Schuppen.
. *Vratislaviensis* Ag. *XXI*, 33; Schuppen.
. *macropomus* Ag. *XXI*, 34; eine Schuppe.

Nach Geinitz sollen in Teutschland *Productus horridus* und *Spirifer undulatus* für die untere, dagegen *Schizodus Schlotheimii* und *Mytilus Hausmanni* für die obere Abtheilung des Zechsteins ein paar ganz vorzüglich bezeichnende Leitmuscheln sein. Doch dürfte diese paläontologische Disjunction nach v. Grünewaldt und Zerrenner nur eine locale Bedeutung haben, da solche in manchen Gegenden, wie z. B. in Schlesien, bei Pössneck und am Thüringer Walde nicht durchzuführen ist. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. III, S. 276 und 314.

Neunter Abschnitt.

Porphyr-Formationen.

§. 381. *Einleitung; Trennung der quarzfreien und quarzführenden Porphyre.*

Die so innige Verknüpfung und die so gewöhnliche Association, welche zwischen dem Rothliegenden und den Porphyren und Melaphyren Statt finden, mögen es rechtfertigen, wenn wir die Darstellung dieser porphyrischen Gebilde unmittelbar auf die der permischen Formation folgen lassen; obwohl durch solche Einschaltung zwischen die permische Formation und die Trias keinesweges angedeutet werden soll, dass alle Porphyre und Melaphyre nur zu diesen beiden Sedimentformationen in einer näheren Beziehung stehen. Denn einerseits giebt es viele Porphyre, deren Eruptions-Epochen in die Perioden weit älterer Sedimentformationen fallen*), anderseits aber kennt man auch Porphyrbildungen, welche erst nach der Trias hervorgetreten sind. Desungeachtet dürfte jedoch die Mehrzahl der Porphyre und Melaphyre in die beiden Perioden der permischen und der triasischen Formation fallen.

Wir unterscheiden die jetzt zunächst zu betrachtenden Gesteine als quarzfreie Porphyre, oder als Porphyrite, und als Porphyre in der engeren Bedeutung des Wortes, weil in der That grosse Ablagerungen dieser beiderlei Gesteine bekannt sind, welche sich auch nach ihren bathrologischen und geotektonischen Verhältnissen als wesentlich verschiedene Bildungen zu erkennen geben. Wenn also auch hier und da dieser Unterschied verschwindet, indem quarzfreie Porphyre stellenweise zu quarzhaltigen Porphyren werden (I, 613), so dürfte doch, bei einer allgemeineren Betrachtung, der durch den Mangel oder das Dasein des Quarzes ausgesprochene Gegensatz noch immer einen gewissen Werth behaupten, wie solches auch von G. Rose anerkannt worden ist. Manche quarzfreie Porphyre werden vielleicht künftig mit den Melaphyren zu vereinigen sein. Bis jedoch durch eine genaue Untersuchung ihres mineralischen und chemischen Bestandes die Beweise für die Nothwendigkeit einer solchen

*) Man denke z. B. an die den cambrischen oder untersilurischen Schiefern Cumberlands eingelagerten Porphyre, von denen Sedgwick ausdrücklich bemerkt, dass sie als gleichzeitige, und nicht als spätere, intrusive oder eruptive Bildungen zu betrachten sind.

Vereinigung geliefert sein werden, glauben wir sie beide getrennt halten, und den Melaphyren einen besonderen Abschnitt widmen zu müssen.

Die Porphyre sind zwar krystallinische Gesteine; sie werden aber sehr häufig von klastischen Gesteinen begleitet, welche aus ihnen selbst durch Zerstückelung und Zerreibung hervorgegangen sind, und, nach Maassgabe ihrer verschiedenen Beschaffenheit, als Porphyrbreccien, Porphyrconglomerate, Porphyrpsammite und Porphyrtuffe oder Thonsteine unterschieden werden (I, 766). Haben sich diese klastischen Gesteine unter der Mitwirkung des Wassers gebildet, wie solches insbesondere von vielen Conglomeraten und wohl fast von allen Psammiten und Thonsteinen anzunehmen ist, so können sie nicht nur eine mehr oder weniger regelmässige Schichtung zeigen, sondern auch organische Ueberreste umschliessen, welche letztere bisweilen zu mancherlei Discussionen und seltsamen Folgerungen Veranlassung gegeben haben, wenn die sie einschliessenden Gesteine für wirkliche Porphyre angesprochen wurden, denen sie allerdings sehr ähnlich werden können. — Diejenigen Porphyrbreccien, deren scharfkantige Fragmente mit einander entweder unmittelbar verkittet, oder durch Porphyrtaig verbunden sind, hat man auch nach dem Vorgange von Voigt Trümmerporphyre genannt; und solche Gesteine lassen gar keine, oder nur eine sehr undeutliche Schichtung erkennen.

Die Zertrümmerung, Zermalmung und Zerreibung des porphyrischen Materials scheint sehr häufig schon während seiner Eruption und vor seinem endlichen Hervortreten an die Erdoberfläche Statt gefunden zu haben; daher denn manche Porphyre bedeutende Massen von porphyrischem Schutt vor sich hinausgeschoben haben, während andere von Breccien und Conglomeraten, wie von einer groben Emballage, umhüllt wurden. Viele Thonsteine dürften als das Product schlammartiger Eruptionen zu betrachten sein, indem der feine Porphyrschutt schon in den Tiefen der Erde mit Wasser in Verbindung trat, und im breiartigen Zustande eructirt wurde. Auf der Erdoberfläche angelangt wurde er dann vom Wasser weiter bearbeitet, in Schichten ausgebreitet, mit Geröllen und feinerem Detritus anderer Gesteine gemengt, auch wohl mit eingeschwemmten Pflanzentheilen versehen; und so entstanden jene Ablagerungen geschichteter Porphyrtuffe, denen wir namentlich im Rothliegenden so häufig begegnen.

Erstes Kapitel.

Quarzfreie Porphyre oder Porphyrite.

§. 382. *Petrographische Verhältnisse derselben.*

Der um die Petrographie der krystallinischen Silicatgesteine so hoch verdiente G. Rose hat die quarzfreien Porphyre unter dem Namen

Syenitporphyr aufgeführt, weil sie sich wegen des gänzlichen Mangels (oder doch wegen der grossen Seltenheit) des Quarzes und wegen eines oftmaligen Hornblendgehaltes auf ähnliche Weise zu den Syeniten verhalten sollen, wie die gemeinen, quarzführenden Porphyre zu den Granititen. Weil man aber bisher unter Syenitporphyr gewisse Varietäten von quarzführenden Porphyren zu verstehen pflegte, weil sehr viele quarzfreie Porphyre keine Hornblende enthalten, und weil der blose Mangel an Quarz noch keine besondere Beziehung zu den Syeniten begründen dürfte, während es doch auf der andern Seite recht wünschenswerth ist, diese quarzfreien Porphyre unter einem besonderen, specifischen Namen einzuführen, so möchten wir dafür das Wort Porphyrit in Vorschlag bringen, dessen sich bereits die Alten für dieselben Gesteine bedienten, und über welches wir gegenwärtig verfügen können, seitdem die bisher so genannten Gesteine den Namen Melaphyr erhalten haben.

Zu der im ersten Bande S. 612 gegebenen petrographischen Beschreibung der Porphyrite oder quarzfreien Porphyre haben wir noch Einiges nachzutragen. Delesse hat sich nämlich in neuerer Zeit mit einer mineralogisch-chemischen Untersuchung des rothen antiken Porphyrs (des eigentlichen *Porphyrites* der Römer), eines quarzfreien Porphyrs aus der Gegend von Schirmeck in den Vogesen und des sogenannten Rhombenporphyrs aus der Gegend von Christiania in Norwegen beschäftigt, und dadurch die Bahn zu einer genaueren Kenntniss der quarzfreien Porphyre gebrochen*). Ueber den Rhombenporphyr gab auch G. Rose einige sehr werthvolle Aufschlüsse, welche zwar von denen Delesse's etwas abweichen, im Allgemeinen aber es doch bestätigen, dass die Feldspathkrystalle dieses quarzfreien Porphyrs nicht Orthoklas, sondern Oligoklas oder Loxoklas, also ärmer an Kieselsäure sind, als der gemeine Feldspath**).

Im antiken, durch seine rothe bis kastanienbraune Grundmasse, und seine weissen oder rosenrothen Feldspathkrystalle ausgezeichnetem Porphyr***)

*) *Bull. de la soc. géol.* 2. *sér. VII*, 1850, p. 484, und *Mém. sur la const. min. et chim. des roches des Vosges*, p. 65 ff.

**) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, S. 378. Wir nehmen keinen Anstand, uns der Ansicht von G. Rose anzuschliessen, dass die Rhombenporphyre des südlichen Norwegen wohl richtiger den Porphyriten als den Melaphyren beizurechnen sind. Danach ist die im ersten Bande S. 606 stehende Angabe zu berichtigen.

***) Dieser Porphyrit, dessen sich die alten Römer so häufig zu allerlei Kunstwerken bedienten, kam aus Aegypten, vom Djebel-Dokhan, unter 27° 20′, wo Wilkinson die alten Steinbrüche entdeckte, und später Lefebvre die geologischen Verhältnisse erforschte.

fand Delesse für die Grundmasse das sp. G. = 2,765, 62 p. C. Kieselerde, fast 8 p. C. Eisenoxyd, und nur 0,35 bis 0,58 p. C. Glühverlust, während ihm die eingewachsenen Feldspathkrystalle das Gewicht 2,690, einen Gehalt von 59 p. C. Kieselerde, sehr wenig Eisenoxyd, und 1,64 p. C. Glühverlust ergaben. Uebrigens steht dieser Feldspath seiner Zusammensetzung nach zwischen Oligoklas und Andesin, nähert sich jedoch am meisten gewissen Varietäten der erstgenannten Species. Der etwas grössere Kieselerdegehalt der Grundmasse lässt vermuthen, dass sie vielleicht doch noch etwas freie Kieselsäure, oder auch viel Orthoklas enthält. Auch hat Delesse wirklich stellenweise kleine Quarz*adern* beobachtet, während die gänzliche Abwesenheit von eingesprengten Quarz*körnern* diesen antiken Porphyrit von rechtswegen zu den quarz*freien* Porphyren verweist. Auch enthält derselbe, wie G. Rose schon früher bemerkte, kleine Hornblendkrystalle und mikroskopische Partikeln von Glanzeisenerz.

In dem quarz*freien*, nur Feldspath und Glimmer haltenden Porphyr von Schirmeck bestimmte Delesse die Feldspathkrystalle als *Oligoklas*, dessen Anwesenheit er auch in der Grundmasse vermuthet.

In den zollgrossen Feldspathkrystallen des dunkel grünlichgrauen Rhombenporphyrs von Tyveholm bei Christiania, deren spitz rhombische oder rhomboidische Querschnitte diesen Namen veranlasst haben, fand Delesse nur 55,7 p. C. Kieselerde, und überhaupt eine dem Labrador ziemlich nahe kommende Zusammensetzung, obwohl dieser Kieselerdegehalt noch etwas zu gross ist; auch bemerkt Delesse ausdrücklich, dass diese Feldspathkrystalle die am Labrador so gewöhnliche Zwillingsstreifung der Spaltungsflächen *nicht* besitzen. Die Grundmasse hat das sp. G. 2,771 und denselben Kieselerdegehalt wie die Feldspathkrystalle. Delesse ist daher geneigt, diesen Rhombenporphyr von Tyveholm mit den Melaphyren zu vereinigen. — Dagegen bemerkt G. Rose, dass die Feldspathkrystalle der Rhombenporphyre *orthoklastisch*, und folglich *monoklinoëdrisch* sind, weshalb sie auch der Zwillingsstreifung ermangeln, dass ihr Kieselsäuregehalt nach einer Analyse von Svanberg beinahe 60, nach zwei Analysen von Kern fast 63 p. C. beträgt, dass diese letzteren Analysen für sie überhaupt die Zusammensetzung des *Oligoklases* ergeben, und dass Kern ihr sp. G. zu 2,615 bestimmte. Diese Resultate und die von Rose erkannte Rechtwinkeligkeit der Spaltungsflächen würde also beweisen, dass die Feldspathkrystalle des Norwegischen Rhombenporphyrs der von Breithaupt aufgestellten Species *Loxoklas* angehören. G. Rose vermuthet, dass die, auch von Delesse hervorgehobene sehr bedeutende Verunreinigung der Tyveholmer Krystalle durch fremdartige Beimengungen die Ursache sein möge, weshalb dieser ausgezeichnete Chemiker für sie eine labradorähnliche Zusammensetzung fand. Indessen könnte vielleicht der Tyveholmer Porphyr einer ganz anderen Gesteinsfamilie angehören als diejenigen, von anderen Orten stammenden (und meist rothen oder braunen) Porphyre, deren Feldspathkrystalle von Svanberg und Kern analysirt worden sind; denn auffallend bleibt es doch jedenfalls, dass Delesse auch in der Grundmasse jenes Porphyrs nur 55,3 p. C. Kieselsäure gefunden hat*). Wäre diese Vermuthung gegründet,

*) Delesse selbst unterscheidet ausdrücklich den von ihm untersuchten sehr dunkelgrauen Tyveholmer Porphyr von dem gewöhnlichen, braunen oder braunrothen

so würden die von Delesse am antiken Porphyrit und am Schirmecker Porphyr, so wie die von Kern am Rhombenporphyr gefundenen Resultate beweisen, dass die Feldspathkrystalle der quarzfreien Porphyre theils Oligoklas theils Loxoklas, also eine und dieselbe Substanz in zwei verschiedenen Formen, darstellen.

Dem antiken Porphyrite sehr ähnlich sind die schönen, zu Ornamenten vielfach verarbeiteten Porphyrite von Elfdalen in Schweden, welche in einer röthlichbraunen, kastanienbraunen bis bräunlichschwarzen, sehr harten und dichten Grundmasse Krystalle von Orthoklas (oder Loxoklas?) und Oligoklas, aber nur sehr selten Quarzkörner enthalten, und ganz gewöhnlich in einer lichteren, geflammten oder gestreiften Farbenzeichnung eine plane Parallelstructur erkennen lassen, welche der Ausdehnung ihrer Lagermassen conform ist, und in kleinerem Maassstabe an die Structur des Piperno von Neapel erinnert.

Es ist bemerkenswerth, sagt Hausmann, dass diese helleren Streifen und Flecke in einer bestimmten Richtung der Länge nach ausgedehnt sind, und dass die Ebenen, in welchen ihre Hauptausdehnung liegt, beinahe unter demselben Winkel gegen SW. geneigt sind, unter welchem die Hauptklüfte der Porphyrbänke gegen NO. fallen. Reise durch Skandinavien, V, S. 199. Delesse welcher den Porphyrit von Rennås genauer untersuchte, fand in der That in den klinoëdrischen Feldspathkrystallen einen dem Oligoklas entsprechenden Gehalt von 62,25 p. C. Kieselerde, während die Grundmasse dieses Porphyrs 78 p. C. enthält, woraus sich auch die grosse Härte der Elfdaler Porphyre erklärt. Das specifische Gewicht des Gesteines überhaupt bestimmte er zu 2,623.

G. Rose beschrieb die schönen Porphyre des Altai, welche auf dem grossen Schleifwerke zu Kolywansk verarbeitet werden. Unter ihnen befinden sich Varietäten von dunkelbraunrother Grundmasse mit kleinen, weissen Krystallen eines klinoëdrischen Feldspathes, vielen mikroskopischen Eisenglanzblättchen und seltenen Quarzkörnern. Am Korgon im Altai zeigt dieser Porphyr eine sphärolithische Structur, indem sich in der röthlichbraunen Grundmasse viele kleine, 2 bis 3 Linien grosse Kugeln einer dichten, blaulichgrauen Masse ausgeschieden haben, welche jedoch an der Oberfläche und im Mittelpunkte der Kugeln schwarz gefärbt ist.

Obgleich also diese Porphyre bisweilen Quarzkörner enthalten, so rechnet sie G. Rose doch zu seinen Syenitporphyren, weshalb sie denn gleichfalls in die Abtheilung der Porphyrite gehören dürften.

eigentlichen Rhombenporphyr, dessen Feldspathkrystalle er jedoch nicht analysirt hat.

Eine sehr charakteristische Gruppe von Porphyriten ist diejenige, welche durch einen reichlichen Gehalt an Glimmerkrystallen ausgezeichnet ist, weshalb sie Cotta mit dem Namen Glimmerporphyr belegte (I, 612). Diese glimmerreichen Porphyrite gewinnen in vielen Gegenden eine recht bedeutende Verbreitung. So bilden sie in Sachsen den Porphyrzug, welcher sich von Wilsdruff bis nach Potschappel erstreckt; auch spielen sie in den Gegenden des Triebischthales, so wie an beiden Elbufern bei Meissen eine wichtige Rolle, indem sie daselbst nicht nur in grösseren Ablagerungen, sondern auch in sehr schönen Gängen auftreten. Eben so finden sie sich in der Gegend von Altenburg und Kohren, und in grosser Ausdehnung am Thüringer Walde.

Alle diese Porphyre haben gewöhnlich eine röthlichbraune bis violettbraune, oder blaulichbraune bis dunkel rauchgraue Grundmasse, in welcher klinoëdrische Feldspathkrystalle (also wahrscheinlich Oligoklas) und schwarze oder dunkelbraune Glimmertafeln sehr reichlich eingewachsen sind; nur die Wilsdruffer Porphyre verlieren gegen Potschappel hin ihren Glimmergehalt, und nehmen dafür viele kleine, aber undeutliche Hornblendkrystalle auf*), welche sehr gewöhnlich ihrer ganzen Länge nach einen Kern der porphyrischen Grundmasse umschliessen.

Auf der Oberfläche und auf Klüften sind sie licht fleischroth, isabellgelb bis röthlichweiss gebleicht, zuweilen auch mit einem berg- bis seladongrünen Ueberzuge oder Pigmente versehen. Unter günstigen Umständen unterliegen diese Gesteine einer tief eingreifenden Zersetzung zu Kaolin; wie diess z. B. mit dem Altenburger Porphyr bei Rasephas der Fall ist (I, 762). Auch kommt es gar nicht selten vor, dass mitten in dem, übrigens ganz frisch und unzersetzt erscheinenden Gesteine alle Feld-

*) Diese gegenseitige Vertretung des Glimmers und der Hornblende, welche in dem genannten Porphyrzuge sehr auffallend ist, hebt auch G. Rose hervor, indem er bemerkt, dass nur selten beide Mineralien zugleich vorkommen, wie bei Folmersdorf in Schlesien. Dasselbe ist der Fall bei Unkersdorf und an anderen Punkten zwischen Wilsdruff und Potschappel. H. Fikentscher aus Baireuth hat den braunen Glimmerporphyr von Meissen, so wie den Porphyr von Wilsdruff und Kesselsdorf und den hornblendreichen Porphyr von Potschappel einer Analyse unterworfen, und in den drei ersteren einen Gehalt von 68,1, 67,25 und 66,4, in dem letzteren einen Gehalt von 59,3 p. C. Kieselerde gefunden. Da die Porphyre von Kesselsdorf, Wilsdruff und Potschappel einer und derselben Ablagerung angehören, so beweist diess, wie abweichend der Kieselerdegehalt innerhalb verschiedener Regionen eines und desselben Gebirgsgliedes sein kann. Das spec. Gewicht bestimmte Fikentscher für den Meissner Porphyr zu 2,605 bis 2,674, für den Kesselsdorfer zu 2,682, für den Wilsdruffer zu 2,715, und für den Potschappeler zu 2,724 bis 2,740.

spathkrystalle zersetzt und in eine kaolinartige Substanz verwandelt sind.

Eine genaue, mineralogisch-chemische Untersuchung dieser so häufig vorkommenden Gesteine ist sehr wünschenswerth. Dass sie nicht zu den eigentlichen Melaphyren gehören, ist wohl eben so gewiss, als dass sie von den quarzführenden Porphyren getrennt werden müssen. Die von Steininger, Warmholz und Gümbel beschriebenen Porphyre des Donnersberges, der Gegend von Düppenweiler und Birkenfeld dürften wohl ebenfalls grossentheils den Glimmer-Porphyriten angehören, da Steininger und Warmholz das Vorkommen von Quarzkörnern als Seltenheit bezeichnen, während Gümbel sie gar nicht erwähnt, alle drei Beobachter aber ausser Feldspath mehr oder weniger häufige Glimmerblättchen aufführen. Auch gedenkt Steininger des Vorkommens von Hornblende und Granat. Geognost. Beschr. des Landes zwischen Saar und Rhein 1840, S. 80 ff., Karstens Archiv, X, 1837, S. 343, und Gümbel im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 551 ff. Auch die von Hoffmann beschriebenen Porphyre bei Flechtingen, zwischen Magdeburg und Helmstedt, scheinen grossentheils hierher zu gehören; Girard hat sie später für umgewandelten Thonschiefer erklärt. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1844, S. 115. Wiefern sich die Minette (I, 613) auch geognostisch den glimmerreichen Porphyriten anschliessen dürfte, darüber müssen künftige Beobachtungen entscheiden*). Eben so möchte es noch zweifelhaft sein, ob die von v. Dechen aus den Lennegegenden beschriebenen, durch ihre graue Farbe und schieferige Structur ausgezeichneten quarzfreien Porphyre (I, 620) zu den Porphyriten oder Syenitporphyren Rose's gerechnet werden können.

Die Porphyrite entfalten bisweilen eine breccienartige Structur, zeigen übrigens gewöhnlich eine unregelmässig-polyëdrische Zerklüftung, oftmals auch eine plattenförmige, selten eine säulenförmige Absonderung, und theilen mit allen übrigen Porphyren die Eigenschaft, mehr oder weniger schroffe Berg- und Thalformen zu bedingen.

Die Porphyrconglomerate am Donnersberge bestehen nach Steininger aus scharfkantigen Porphyrstücken, die ohne besonderes Bindemittel fest verkittet sind; man sieht sie im Falkensteiner Thale in ungeschichteten Massen entblöst. In einiger Entfernung vom Donnersberge finden sich auch abgerundete Geschiebe ein, und gegen Winnweiler scheint das Conglomerat zu wahrem Rothliegenden zu werden. Damit stimmt auch die Beschreibung wesentlich überein, welche Gümbel von diesen Breccien giebt, obwohl er ihnen eine deutliche Schichtung zuschreibt. — Die Glimmer-Porphyrite des Thüringer Waldes werden an vielen Punkten von Breccien begleitet, zu denen sie selbst das hauptsächliche Material geliefert haben.

Während nach G. Rose Oligoklas und Orthoklas (oder Loxoklas?) so wie oftmals auch Magnesiaglimmer oder Hornblende

*) Nach Daubrée scheint die Minette der Vogesen in einer nähern Beziehung zu den dortigen Dioriten zu stehen. *Descr. géol. et min. du dep. du Bas-Rhin;* 1852, *p.* 36.

als die gewöhnlichen Einsprenglinge der Porphyrite zu betrachten sind, zu denen sich nur selten Quarz in sparsamen Körnern gesellt, so dürften nach demselben ausgezeichneten Mineralogen Granat, Nephelin, Titanit, Magneteisenerz, Eisenglanz und Eisenkies als die wichtigsten accessorischen Bestandtheile zu erwähnen sein. Von accessorischen Bestandmassen endlich sind besonders Nester und Trümer von Chalcedon und Hornstein, bisweilen auch von Kalkspath beobachtet worden.

Granat findet sich z. B. am Lidermont bei Düppenweiler und am Gänseschnabel bei Ilefeld, Nephelin (als Giesekit) in Grönland, und (als Liebenerit) bei Predazzo in Tyrol, Titanit am Kohlberge bei Folmersdorf in Schlesien, Magneteisenerz im Norwegischen, Glanzeisenerz im Elfdalener Porphyr. G. Rose in Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, S. 382.

§. 383. *Geotektonische Verhältnisse und Eruptions-Epochen der Porphyrite.*

Die Porphyrite erscheinen in solchen Lagerungsformen, welche ihre eruptive Entstehung ausser allen Zweifel setzen. Es sind besonders Gänge, mächtige Gangstöcke, mehr oder weniger ausgebreitete Decken und förmliche Lager, in welchen man sie auftreten sieht. Die Gänge, als die vorzüglich charakteristischen Formen, erreichen oft eine ansehnliche Mächtigkeit, stehen bisweilen in einem nachweislichen Zusammenhange mit anderen Lagerungsformen, und umschliessen nicht selten Fragmente ihres Nebengesteins. Dasselbe gilt von den Gangstöcken; die Decken und Lager aber erscheinen unter solchen Verhältnissen, dass sie nur als effusive, von Gängen auslaufende, und mit ihnen irgendwo in Verbindung stehende Ablagerungen erklärt werden können, welche sich weder auf gewöhnliche sedimentäre, noch auf metamorphische Gebilde zurückführen lassen*).

Der berühmte antike Porphyr bildet nach Lefebvre am Djebel-Dokhan einen 20 bis 25 Meter mächtigen Gang im Granite; er entwickelt stellenweise eine dunkel violettbraune Grundmasse mit kastanienbraunen Flammen und Streifen, und gewinnt dann eine grosse Aehnlichkeit mit gewissen Varietäten aus Elfdalen. Der Rhombenporphyr des südlichen Norwegen bildet theils Gänge, theils ungestaltete Massen, theils grosse Plateaus, wie in Ringerige,

*) Da die Lagerungsformen der Porphyrite, der Porphyre und der Melaphyre wesentlich dieselben sind, und für die Porphyre in §. 385 ausführlicher geschildert werden, so verweisen wir auf diesen Paragraph. Fast Alles, was dort von den Porphyren gesagt wird, gilt auch von den Porphyriten.

wo er über dem devonischen Sandsteine wie ein ungeheures, über 1000 Fuss mächtiges Lager ausgebreitet erscheint; die Gänge aber sind besonders häufig in der Gegend von Christiania, und erreichen oft eine recht ansehnliche Mächtigkeit. Auch die Porphyre von Elfdalen, welche die Westseite des Siljan- und des Orssa-Sees in hohen Bergen umgeben, sind nach Hisinger dem Sandsteine der dortigen Uebergangsformation aufgelagert; auf dem Gipfel des Garberges wechselt der Porphyr mit Kieselschiefer und Porphyrbreccie; bei Åsbyn aber und an vielen anderen Punkten wird er von Grünstein bedeckt. *Anteckningar i Physik och Geognosi*, *I*, 1819, *p*. 36 ff.

Die ausgezeichneten Gänge, welche der Glimmer-Porphyrit in der Gegend von Meissen bildet, sind ausführlich im 5. Hefte der geognostischen Beschreibung des Königreiches Sachsen, S. 158 ff. geschildert worden. Im Triebischthale ragt bei dem Buschbade der mächtige Gangstock des hohen Eifert auf, welcher sich nach Norden in drei parallele Gänge zerschlägt, deren Verlauf und deren Durchsetzen durch den quarzführenden Porphyr von Dobritz mit grosser Deutlichkeit beobachtet werden kann. Bei Prositz aber (a. a. O. S. 172) ist ein prächtiger, über 250 Fuss mächtiger Gang desselben Gesteins entblöst, welcher zwischen Granit und Thonstein aufsetzt, und die Eruptionsspalte der, in den Thälern von Pröda und Mohlis weit ausgebreiteten Porphyrablagerung zu bezeichnen scheint. Dieser Gang umschliesst nicht nur Granitfragmente, sondern auch zuweilen Schieferbrocken, obwohl weit und breit kein Schiefer anstehend zu finden ist.

Sehr ähnlich ist das Vorkommen der quarzfreien Porphyre am Thüringer Walde*), wo sie gleichfalls theils in Gängen, theils in mächtigen stockartigen Massen aufzutreten pflegen, welche letztere, bei oft bedeutender horizontaler Ausdehnung, nicht selten nach verschiedenen Richtungen in Gänge auslaufen. Breccien, aus Porphyritfragmenten und Porphyritcäment bestehend, gehören dort zu den sehr gewöhnlichen Begleitern der Porphyrite, und gewinnen oft eine recht bedeutende Ausdehnung.

Was die Eruptions-Epochen der quarzfreien Porphyre betrifft, so gab es deren unstreitig verschiedene, weshalb denn auch mehre, der Zeit nach verschiedene Formationen dieser Gesteine zu unterscheiden sind. Häufig sind sie im Gebiete von Granit- oder Syenit-Territorien hervorgetreten, in welchen sie bisweilen sehr ausgezeichnete Gänge bilden, so dass ihr jüngeres Alter nicht bezweifelt werden kann; wie sol-

*) Wie weit die quarzfreien Porphyre des Thüringer Waldes zu den dortigen Melaphyren gehören dürften, darüber sind die Ansichten getheilt. Credner, der gründliche Erforscher des Thüringer Waldes, vereinigt sie mit den Melaphyren, während sie Cotta als eine selbständige Bildung betrachtet, womit auch G. Rose einverstanden ist, da er diese, dort so verbreiteten Gesteine unter seinen Syenitporphyren mit aufführt. Bei der grossen Aehnlichkeit der porphyrartigen Melaphyre mit den Porphyriten mag ihre Unterscheidung und Trennung oft mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden sein.

ches z. B. für den antiken Porphyrit, für die Porphyrite der Gegend von Meissen und Wilsdruff, und auch für den Rhombenporphyr von Christiania erwiesen ist, von welchem letzteren Keilhau ausdrücklich bemerkt, dass er am Vettakollen drei Gänge im Syenite bilde; (*Gäa Norvegica*, *I*, 40). Dass die Porphyrite vielen quarzführenden Porphyren vorausgegangen sind, diess ist eben so gewiss, als dass es andere quarzführende Porphyre von höherem Alter giebt.

Wichtiger sind ihre Beziehungen zu den sedimentären Formationen, welche sich bei einem allgemeineren Ueberblicke der bekanntesten Vorkommnisse dergestalt bestimmen dürften, dass die Eruptions-Epochen der meisten Porphyrite zwischen das Ende der devonischen und der permischen Formation fallen. Einige sind entschieden älter, andere dagegen jünger als die Steinkohlenformation, und manche greifen schon in das Rothliegende ein.

Der Norwegische Porphyrit ist, seinen Lagerungsverhältnissen in Ringerige zufolge, nothwendig jünger, als die dortige Sandsteinbildung, welche Murchison für devonisch hält; dasselbe gilt wohl auch von dem Porphyrite in Dalarne. — Der blaue Porphyrit der Gegend von Potschappel und Wilsdruff in Sachsen scheint fast von demselben Alter zu sein, da er der Bildung der Steinkohlenformation vorausgegangen ist, wie seine, in den tiefsten Schichten derselben vorkommenden Geschiebe beweisen. Zugleich ist es gewiss, dass die ähnlichen Gesteine des Meissner Porphyrdistrictes jünger sind, als der quarzführende Porphyr von Dobritz, während sie anderen quarzführenden Porphyren im Alter voraustehen, deren Gänge bei Meissen die Gänge des quarzfreien Porphyrs durchschneiden. — Der quarzfreie Porphyr von Altenburg ist entschieden älter, als das dortige Rothliegende, dessen Schichten ihm bei Rasephas völlig horizontal aufliegen, und mit viel Kaolin, dem Rückstande der Zersetzung des Porphyrs, erfüllt sind. — Die Glimmerporphyre des Thüringer Waldes sind nach Cotta jünger als die dortige Uebergangsformation, aber älter als die tiefsten, kohlenführenden Glieder des Rothliegenden. Nach Credners Beobachtungen unterliegt es keinem Zweifel, dass sie jünger, als die eigentliche Steinkohlenformation, aber auch zum Theil noch mit dem Rothliegenden in Conflict gerathen sind. Hiernach möchte man folgern, dass sich ihre Eruptionen zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben, wenn nicht vielleicht ein Theil von dem, was Cotta als Glimmerporphyr aufführt, dem Melaphyre angehört. — Die Porphyre des Donnersberges und der Gegend von Düppenweiler sind nach Steininger und v. Dechen jünger als die Steinkohlenformation, und greifen unter solchen Verhältnissen in das Rothliegende ein, dass ihre Eruptions-Epoche in die Periode dieser Formation gesetzt werden muss. — Die dunkelfarbigen Porphyre des Morvan, welche nach der von Charmasse gegebenen Beschreibung den Porphyriten angehören, und von felsitischen, feldspathreichen Schiefern (also von schiefrigen Felsit-Tuffen) begleitet werden, scheinen noch in die Periode der dortigen Grauwacke zu fallen, und sind wenigstens bestimmt älter, als die dasigen

rothen quarzführenden Porphyre, da sie von deren Gängen durchschnitten werden*).

Zweites Capitel.

Quarzführende Porphyre oder Porphyre schlechthin.

§. 384. *Petrographische Verhältnisse derselben.*

Dass zwischen den Porphyriten und den eigentlichen Felsitporphyren oder den quarzführenden Porphyren keine ganz scharfe Gränze gezogen werden kann, weil die ersteren mitunter Quarzkörner enthalten, während die letzteren bisweilen sehr sparsam damit versehen sind, diess wurde bereits mehrfach hervorgehoben (I, 613 und II, 662). Desungeachtet aber ist die Unterscheidung beider Gesteinsgruppen nicht aufzugeben, da sich solche in der grossen Mehrzahl ihrer Varietäten nicht nur nach ihren petrographischen, sondern auch nach ihren geotektonischen Verhältnissen als verschiedene Bildungen erweisen. Eine genauere und umfassende Untersuchung ihrer beiderseitigen Grundmassen und Einschlüsse dürfte wohl auch auf die Erkennung bestimmter substantieller Unterschiede gelangen lassen, wie solche in einem geringeren oder grösseren Gehalte an Kieselsäure wesentlich begründet sein müssen.

Die verschiedenen Porphyrformationen**) bestehen grösstentheils aus eigentlichen Felsitporphyren, also aus krystallinischen Gesteinen; viele derselben lassen aber auch klastische Gesteine erkennen, welche besonders als Breccien oder Conglomerate und als Thonsteine ausgebildet zu sein pflegen, durch welche die Porphyre mit gewissen sedimentären Formationen in unmittelbare Verbindung gebracht werden. Endlich erscheinen auch hier und da Pechsteine, also hyaline Gesteine, welche sich nicht füglich von den Porphyrformationen trennen lassen, in deren Gebiete sie häufig auftreten, und mit welchen sie auch petrographisch

*) Charmasse in *Bull. de la soc. géol. 2. sér. IV*, 1847, *p.* 750. Der Verf. betrachtet diese Porphyrite als Producte einer Metamorphose der Schichten der Uebergangsformation; er schreibt diese Metamorphose dem Einflusse des rothen Porphyrs zu, gesteht aber doch, wie gewisse Thatsachen zu beweisen scheinen, dass dieser Einfluss so gut wie gar keiner gewesen sei (*a été presque nulle*). Also Metamorphismus durch eine Ursache, deren Wirkung = 0 war! —

**) Wer sich ausführlicher über die Verhältnisse der quarzführenden Porphyre belehren will, den verweisen wir auf die sehr fleissig ausgearbeitete Monographie von G. Leonhard, Die quarzführenden Porphyre, 1851, und auf v. Beust's Geognostische Skizze der wichtigsten Porphyrgebilde zwischen Freiberg, Frauenstein, Tharand und Nossen, 1835.

durch gewisse Porphyre von sehr dichter und homogener, im Bruche muschliger und schon etwas glänzender Grundmasse in Verbindung stehen.

Die Grundmasse der quarzführenden Porphyre dürfte wohl in den meisten Fällen als ein kryptokrystallinisches Gemeng von Feldspath und Quarz, in manchen Fällen als ein homogenes Gemisch von Feldspathsubstanz und Kieselerde zu betrachten sein, weshalb denn immer ein mehr oder weniger grosser Ueberschuss von freier Kieselsäure anzunehmen ist. Delesse bestimmte nach seinen eigenen und nach anderen Analysen den Kieselerdegehalt der Grundmasse zwischen 64 und 75 Procent, so dass, mit Zuziehung der eingesprengten Quarzkörner, den Felsitporphyren ein summarischer Kieselerdegehalt von 70 bis 80 Procent zukommen dürfte *).

Nicht selten erscheint die Grundmasse feinkörnig, wie diess z. B. in den Granit- und Syenitporphyren, in den Porphyren der Gegend von Freiberg und in den sehr ähnlichen Porphyren Cornwalls, welche dort Elvan genannt werden, der Fall ist. Dann erkennt man leicht ihre wesentlich aus feinkörnigem Feldspath und aus Quarz bestehende Zusammensetzung, und gewinnt die Ueberzeugung, dass diese Gesteine die beiden hauptsächlichen Gemengtheile des Granites enthalten, in welchen sie ja nicht selten petrographische Uebergänge zeigen.

Indessen sind über die Grundmasse der Felsitporphyre auch etwas andere Ansichten ausgesprochen worden. Emil Wolff glaubt, dass sie aus Hornstein mit eingesprengten Feldspathkörnern besteht; Journal für praktische Chemie, Bd. 36, 1845, S. 419; er setzt also ein sehr bedeutendes Vorwalten des Quarzes voraus, während wohl in der Regel der Feldspath als das hauptsächliche Substrat der Grundmasse zu betrachten sein möchte. Delesse ist dagegen der Ansicht, dass diese Grundmasse der quarzführenden Porphyre in allen Fällen nicht als ein Gemeng, sondern als ein Gemisch, als ein homogenes Magma zu betrachten ist, in welchem die Kieselerde, die Thonerde, die Alkalien u. s. w. noch gar nicht zu bestimmten Mineralien zusammengetreten sind; (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *VI*, *p*. 633). Derselben Ansicht scheint auch Durocher zu sein, welcher übrigens sehr richtig bemerkt, dass Petrosilex, Porphyr und Granit oft nur als verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Substanz gelten können. (*Comptes rendus*, *t*. 20, 1845, *p*. 1282.) Obgleich wir nun in manchen Fällen die Richtigkeit der Ansicht von Delesse zugestehen, so möchten wir doch ihre Allgemeingiltigkeit mit Rammelsberg bezweifeln. Untersucht man nämlich kleine Splitter der Grundmasse unter dem Mikroskope im Sonnenlichte, so giebt sich dieselbe in der Regel sehr deutlich als ein mikrokrystallinisches Aggregat von Feldspath und Quarz zu erkennen, in welchem der Feldspath sehr vorwaltet, so dass der Quarz innerhalb der körnigen Feldspathmasse, nicht aber der Feldspath innerhalb des Quarzes vertheilt ist.

*) *Bulletin de la soc. géol.* 2. *sér. VI*, *p*. 639 und 642.

Wie ausserordentlich verschieden die petrographischen Eigenschaften der quarzführenden Porphyre sind, und wie zahlreiche und manchfaltige Varietäten dadurch in dieser Gesteinsgruppe bedingt werden, diess folgt schon aus der im ersten Bande S. 612 ff. gegebenen Beschreibung. Als ein paar der wichtigsten Varietätengruppen dürften insbesondere die Granitporphyre (und Syenitporphyre), deren Grundmasse sich schon unter der Loupe sehr deutlich als ein krystallinisch-körniges Aggregat von Feldspath, Quarz und Glimmer (oder Hornblende) zu erkennen giebt, welches zahlreiche grosse Feldspathkrystalle und Quarzkörner umschliesst, und die eigentlichen Felsitporphyre zu betrachten sein, deren dichte oder höchst feinkörnige Grundmasse nur unter dem Mikroskope als ein Aggregat von Feldspath und Quarz erkannt werden kann, auch gewöhnlich kleinere, und oft sehr sparsame Krystalle umschliesst.

Diese Felsitporphyre sind es nun, welche vorzugsweise eine ausserordentliche Menge von Varietäten entfalten; Varietäten, welche theils in der Farbe oder in der Textur und Consistenz der Grundmasse, theils in dem Vorhandensein bald dieser bald jener Einsprenglinge, so wie in der relativen Menge und in der Grösse derselben, theils in dem Quantitäts-Verhältnisse der Einsprenglinge zu der Grundmasse begründet sind. Dass der, auf der Textur und Consistenz der Grundmasse beruhenden Unterscheidung von Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr nur eine untergeordnete Bedeutung zugestanden werden kann, weil gar häufig ein und dasselbe Gebirgsglied hier als Feldstein-, dort als Thonsteinporphyr ausgebildet ist, diess wurde bereits Bd. I, S. 615 bemerkt. Eben so wenig liefert die Farbe der Grundmasse einen sicheren Unterscheidungsgrund, da sie innerhalb einer und derselben Ablagerung sehr verschieden sein kann, obwohl sich nicht läugnen lässt, dass bisweilen in grosser Ausdehnung eine auffallende Beständigkeit der Farbe herrscht. Als die häufigsten Farben sind wohl verschiedene rothe, braune, gelbe, grüne und graue (zumal röthlichgraue) Farben zu bezeichnen; seltener kommen weisse, und noch seltener blaue und schwarze Farben vor; im Allgemeinen aber pflegen die quarzführenden Porphyre lichtere Farben zu haben, als die quarzfreien Porphyrite. Uebrigens ist die Farbe an der Oberfläche und auf Kluftflächen des Gesteins oftmals eine ganz andere, als im frischen Bruche, indem viele Porphyre einer Bleichung, andere einer Bräunung oder Röthung unterliegen, welche bisweilen ziemlich weit eindringt.

Dass die so gewöhnliche rothe Farbe der Felsitporphyre ihnen ursprünglich zukommt, und theils in der Farbe des die Grundmasse constituirenden Feldspathes, theils in einer innigen Beimengung von Eisenoxyd begrün-

det ist, diess möchte wohl nicht zu bezweifeln sein. Wenn also auch bisweilen grüne, gelbe, oder anders gefärbte Porphyre oberflächlich durch Rubefaction eine rothe Farbe erhalten, so ist doch diese Farbe keinesweges in allen Fällen als das Resultat einer secundären Verfärbung zu betrachten. In den pfirsichblüthrothen Thonsteinporphyren lassen sich nicht selten unter dem Mikroskope zahlreiche kleine Schüppchen von Eisenrahm als das eigentliche Pigment erkennen. — In den glimmerhaltigen rothen Porphyren ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass jedes Glimmerblättchen von einer weissen Areola umgeben ist, gleichsam als ob das Eisenoxyd bei der Bildung des Glimmers concentrirt und verwendet worden wäre. Die seltene blaue Farbe findet sich z. B. recht schön an den Porphyren der Gegend von Fréjus, zwischen St. Raphael und Agay.

Wichtiger sind die Verschiedenheiten, welche durch den Mangel oder das Dasein einer streifigen oder schieferigen Parallelstructur, durch sphärolithische und andere concretionäre Structuren herbeigeführt werden, obgleich auch ihnen oftmals nur eine locale Bedeutung zukommt. Die Grösse der eingesprengten Feldspathkrystalle und Quarzkörner liefert bisweilen, die auffallende Häufigkeit oder Sparsamkeit derselben nicht selten ein gutes Merkmal zur Unterscheidung der Varietäten oder Formationen.

Die schieferige Structur, oder doch eine ganz analoge gestreifte und gebänderte Farbenzeichnung, ist bisweilen mit einer conform-schaligen oder plattenförmigen Absonderung und einer striemigen oder parallel gerieften Beschaffenheit der Absonderungsflächen, als dem Resultate einer Streckung, verbunden. Manche Porphyre lassen sie in ihrer ganzen Ausdehnung erkennen, wie z. B. der Porphyr von Dobritz in der Gegend von Meissen, die Porphyre vom Wintersteine, von Tabarz und Klein-Schmalkalden am Thüringer Walde, und der quarzführende Porphyr von Fréjus in der Provence. In den Porphyrdecken ist die Structurfläche gewöhnlich der Auflagerungsfläche, in den Gängen und Stöcken den Salbändern parallel. Andere Porphyr-Ablagerungen zeigen diese Structur nur stellen- oder strichweise, zumal an ihren Gränz- und Contactflächen gegen das Nebengestein, in welchem Falle sie als eine Wirkung des Druckes gegen diese Widerstandsflächen, und gewiss nicht durch einen Metamorphismus schieferiger Gesteine zu erklären sein dürfte. Dergleichen an ihren Salbändern parallel gestreifte Gänge oder Gangstöcke von Felsitporphyr kommen ziemlich häufig vor. Aber auch kuppenförmige Gebirgsglieder lassen die Erscheinung bisweilen, wenn auch nur als eine gestreifte Farbenzeichnung beobachten. Ist das Gestein zugleich säulenförmig abgesondert, so geht die Streifung oder Parallelstructur ungestört durch alle Säulen hindurch, welche sie unter rechten oder doch ziemlich grossen Winkeln zu durchschneiden pflegt; ein

Umstand, welcher beweist, dass die säulenförmige Absonderung erst nach der Festwerdung des Porphyrs eingetreten sein kann, und folglich als ein später zur Ausbildung gelangtes Structur-Verhältniss zu betrachten ist. Uebrigens pflegen diese gestreiften Porphyre immer nur sparsame und kleine Einsprenglinge zu enthalten.

Dass diese, bisweilen papierdünne Streifung und Schieferung der Porphyre in sehr feinen, oscillatorisch hervortretenden Verschiedenheiten ihrer Grundmasse, und namentlich in einer fortwährenden Abwechslung von mehr quarzigen und mehr feldspathigen Lagen begründet ist, diess erkannte schon Heim. Der schalige Porphyr des Thüringer Waldes besteht nach ihm aus abwechselnden Lagen von röthlichem Thonstein und noch dünneren quarzigen Streifen, er hält nur sehr sparsame Körner von Feldspath und Quarz, und zerklüftet an der Luft in breitschalige Stücke; seine Lagen sind, wie im Glimmerschiefer und Gneiss, oft krummlaufend oder wellenförmig gewunden, auch bisweilen in die Länge gefurcht. Geol. Beschr. des Thr. Waldgebirges, II, 2, S. 159 f. Auf ähnliche Weise sprach sich Elie de Beaumont über den Porphyr von Fréjus aus: er habe eine *structure rubanée et même schistoide, à zones tres minces et presque foliacées; ces zones sont contournées comme le sont les stries de certaines laves qui ont éprouvé des obstacles dans leur mouvement. Explic. de la carte géol. I, p.* 479. Die Erklärung der ganzen Erscheinung ist noch neuerdings von Daub, in seiner trefflichen Abhandlung über die Porphyre des Münsterthales angedeutet worden, welche solche gar häufig im Contacte mit anderen Gesteinen zeigen. In zahlreichen Fällen, sagt er, ist das Contactgestein in dünne, dem Streichen parallele Platten abgesondert, auf deren Flächen sich gerad gefurchte Harnische, jedoch ohne Spiegelbildung zeigen. Diese plane Parallelstructur deutet auf eine einst plastische Masse hin, gegen welche die bewegende Kraft in aufsteigend gleichbleibender Richtung wirkte. Dass hier die Krystallbildung fast ganz verdrängt ist, kann nicht befremden, wenn man erwägt, dass die aufsteigende Porphyrmasse einem grossen Drucke gegen die Wände des Nebengesteins, und zugleich einer rascheren Abkühlung ausgesetzt war. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 11. Unwillkürlich drängt sich dieselbe Erklärung für die von Credner, aus dem Schwarzathale am Thüringer Walde, beschriebenen Erscheinungen auf. Dort treten im Thonschiefer langgestreckte Porphyrstöcke auf, welche an ihren Begränzungsflächen eine schieferige Structur entfalten und sich endlich so gleichmässig an den Thonschiefer anschliessen, dass ein förmlicher Uebergang aus dem einen Gesteine in das andere vorzuliegen scheint. Neues Jahrb. für Min. 1849, S. 13 f. Wir bezweifeln es, dass diese Erscheinung durch die Annahme einer Metamorphose von Thonschiefer in Porphyr erklärt werden könne, so wenig, als die, an den Porphyrstöcken in der Steinkohlenformation der unteren Loire beobachtete Erscheinung, dass sie alle zunächst von mandelsteinartigen Varietäten umgeben werden, welche jedoch noch die schieferige Structur der angränzenden Schichten zeigen. *Explic. de la carte géol. de la France*, *I*, 196.

Auf ganz andere Art wird in manchen Porphyren eine Parallelstructur dadurch hervorgebracht, dass in der Grundmasse kleine, aber zahlreiche, stark abgeplattete Concretionen einer von ihr verschiedenen

Substanz enthalten sind, welche so regelmässig parallel liegen, dass sie dem ganzen Gesteine eine plane, und, wenn sie zugleich gestreckt sind, auch eine lineare Parallelstructur verleihen. Diese Concretionen haben gewöhnlich 1 bis 2 Zoll im grössten Durchmesser, erscheinen scheibenförmig, linsenförmig oder lanzettförmig, und unterscheiden sich sowohl durch ihre Farbe, als auch durch ihre Consistenz von der übrigen Grundmasse, in welche sie jedoch oftmals übergehen. Besonders häufig finden sie sich von grünlichweisser bis licht grüner Farbe, und von einer an Steinmark, Talkschiefer oder grünen Thonschiefer erinnernden Beschaffenheit, weshalb sie wohl auch zuweilen für Schieferfragmente gehalten worden sind.

Der untere Porphyr der Gegend von Rochlitz lässt diese Erscheinung in sehr auffallender Weise beobachten; seine Concretionen sind oft stark verwittert, in welchem Falle das Gestein mit breitgedrückten Cavitäten, gleichsam mit stark abgeplatteten, aber unbestimmt begränzten Blasenräumen versehen erscheint. Da nun derselbe Porphyr den fast horizontalen Schichten des Rothliegenden aufgelagert ist, und alle seine Concretionen der Auflagerungsfläche parallel geordnet sind, so gewinnt er selbst das Ansehen eines geschichteten Gesteins. Offenbar hat hier der Druck der aufliegenden Massen die Concretionen breit gedrückt und ausgeplattet, gerade so, wie bisweilen in Laven und Mandelsteinen alle Blasenräume platt gedrückt worden sind. In dem Porphyr zwischen Oederan und Chemnitz unterscheiden sich die licht ölgrün gefärbten Concretionen fast nur durch ihre Farbe von der übrigen, licht fleischrothen Grundmasse. Zobel und v. Carnall erwähnen eine ähnliche Structur vom Porphyr des Sperlingsberges bei Gebersdorf in der Grafschaft Glatz. Karstens Archiv, III, 1831, S. 306. Auch Grüner beschreibt aus dem Departement der Loire einen Felsitporphyr, welcher sehr zahlreiche, nach einer und derselben Richtung ausgestreckte kleine Concretionen einer gelblichen oder grünlichen, weichen, amorphen Substanz enthält. *Ann. des mines*, 3. *série*, *t.* 19, *p.* 96. — Sollten nicht manche der flaserigen Porphyre der Lennegegenden, deren Structur nach v. Dechen grösstentheils durch parallel eingeschaltete Thonschieferlamellen bedingt wird, in einer ähnlichen Erscheinung ihre Erklärung finden? Denken wir uns die plattgedrückten und langgestreckten Concretionen grünlichgrau oder blaulichgrau gefärbt, so würden sie in der That wie Thonschieferflasern erscheinen. Indessen können auch Porphyrtuffe, deren feldspathiger Schlamm in einem Bassin abgelagert wurde, wo eine vorherrschende Grauwacken- und Thonschieferbildung eingeleitet war, ähnliche Gesteine geliefert haben, wenn während ihres Absatzes stellenweise kleine Partieen von Thonschieferschlamm eingeschwemmt wurden; gerade so, wie diess bei der Bildung der Schieferkalksteine angenommen werden muss, welche oft nur einzelne Flasern von Thonschiefer enthalten.

Endlich verrathen einige Porphyre auch dadurch eine Art von Parallelstructur, dass ihre Masse, ohne eine sonstige auffallende Verschiedenheit zu zeigen, doch parallel geordnete Flammen und Streifen von

etwas verschiedener Farbe erkennen lässt, welche ohne bestimmte Begränzung in die umgebende Masse verlaufen.

Sie kommt z. B. recht deutlich an manchen Porphyrbergen zwischen Wurzen und Eilenburg, bei Lüptitz und Hohburg vor, ist aber überhaupt keine seltene Erscheinung, obwohl sie nur an frisch entblösten Gesteinswänden deutlich zu beobachten ist, weil die gewöhnlich nicht sehr auffallenden Farbencontraste durch die Verwitterung unscheinbar werden.

Die sphärolithische Structur mancher Porphyre ist eine interessante Erscheinung, welche an die ganz ähnlichen Bildungen vieler Trachytporphyre und Obsidiane erinnert, und im genauen Zusammenhange mit gewissen grösseren sphäroidischen Gebilden stehen soll, durch welche einige Porphyre ausgezeichnet sind. Diese letzteren, nuss- bis faustgrossen Sphäroide haben eine hornsteinähnliche Schale, deren Inneres entweder mit Chalcedon ausgefüllt, oder mit Krystallen von Quarz oder Amethyst ausgekleidet ist. Durch dergleichen drusige Blasenräume wird ein Uebergang in die zellige und porose Structur vermittelt, welche manchen Felsitporphyren eine vorzügliche Brauchbarkeit zu Mühlsteinen verleiht. (Crawinkler Mühlsteine am Thüringer Walde; der obere Porphyr des Rochlitzer Berges in Sachsen.)

Krug von Nidda machte bei der Beschreibung der sphärolithischen Porphyre des Thüringer Waldes die sehr treffende Bemerkung, dass die kleinen Kugeln, welche dem Gesteine oft ein rogensteinähnliches Ansehen ertheilen, den runden Concretionen im gefritteten Glase (den sogenannten Krystalliten) zu vergleichen sind. Karstens und v. Dechens Archiv, XI, 1838, S. 25. Die sphärolithischen Obsidiane liefern den augenscheinlichen Beweis für die Richtigkeit dieses Vergleiches. — Von dem drusigen, gewöhnlich hellfarbigen (weissen) Porphyre des Thüringer Waldes sagte Heim, der grösste Theil des Quarzes, an welchem dieser Porphyr besonders reich sei, bilde hohle Körner, oder die Rinde runder Löcher und Zellen, welche sich manchmal erweitern und zu grossen Drusen ausdehnen. Nach Krug v. Nidda und Credner zeigt derselbe Porphyr sowohl die sphärolithische als auch die drusige Structur. Die Neigung zur Kugelbildung, sagt der Letztere, giebt sich durch eine rogensteinähnliche Structur mit concentrisch schaligen erbsgrossen Körnern zu erkennen, welche in der dichten Grundmasse, oft bis zum Verschwinden derselben, angehäuft liegen; oder durch zahllose kleine Drusen, deren schaliger Rand mit kleinen wasserhellen Quarzkrystallen bekleidet ist; oder auch durch Erweiterung dieser Drusen zu einzelnen Kugeln, welche mit Chalcedon erfüllt oder mit Quarz und Amethyst überzogen sind, über denen oft noch Kalkspath, Flussspath und Eisenglimmer auftreten. Uebers. der geogn. Verhältnisse Thür. und des Harzes, S. 63.

Die Einsprenglinge der Felsitporphyre, zu welchen besonders Orthoklas und Quarz, nicht selten auch Oligoklas und Glimmer gehören, sind gewöhnlich klein, und nicht immer vollkommen auskrystallisirt,

weshalb sie oft mehr als krystallinische Körner und Schuppen, denn als eigentliche Krystalle erscheinen. Doch erkennt man gar häufig die Quarzkrystalle als hexagonale Pyramiden (z. Th. mit Abstumpfung der Mittelkanten), die Glimmerkrystalle als hexagonale Tafeln oder kurze dergleichen Säulen, und die Feldspathkrystalle in den gewöhnlichen Formen derjenigen Species, welcher sie angehören. Namentlich geben sich die Orthoklaskrystalle, wenn sie grösser sind, als ähnliche Zwillingskrystalle zu erkennen, wie sie auch in den porphyrartigen Graniten so häufig vorkommen. Bisweilen erscheinen die Einsprenglinge so klein und sparsam, dass das Gestein fast nur von der Grundmasse gebildet wird, wie diess namentlich in der Nähe der Contact- und Gränzflächen der Fall zu sein pflegt; in anderen Fällen tritt das Gegentheil ein, indem die krystallinischen Einsprenglinge so häufig vorhanden sind, dass sie die Grundmasse fast verdrängen; (jüngerer Porphyr bei Halle).

Indem wir wegen der übrigen petrographischen Verhältnisse auf Dasjenige verweisen, was im ersten Bande S. 618 f. gesagt worden ist*), bemerken wir nur noch, dass auch die Felsitporphyre zuweilen Mandeln oder Geoden umschliessen, welche gewöhnlich aus Chalcedon, Hornstein, Quarz, Amethyst und Achat bestehen, und, wenn sie sehr langgezogen und plattgedrückt sind, in drusige Trümer und Adern derselben Mineralien übergehen, die auch nicht selten auf den Klüften des Gesteins zur Ausbildung gelangt sind. (Porphyre der Gegend von Leissnig, im Struthwalde zwischen Oederan und Chemnitz, bei Agay unweit Fréjus). — Auch wird der Porphyr bisweilen von vielen parallelen Quarztrümern durchzogen; welche Erscheinung oftmals mit grösseren Quarzgängen in Verbindung stehen dürfte, dergleichen so häufig die Porphyre begleiten. Andere Porphyre umschliessen Trümer und Nester von Steinmark, wie z. B. der obere Porphyr des Rochlitzer Berges in Sachsen, oder auch von Flussspath, von Rotheisenerz und Manganerzen.

Die Quarz-Trümer und Gänge haben nicht selten auf kleinere oder grössere Distanzen eine Verkieselung des Gesteins verursacht, wie solche auch bisweilen durch Zinnerzgänge und andere quarzreiche Erzgänge hervorgebracht worden ist. I, S. 811.

Die Zerklüftung, eine bei den Felsitporphyren sehr gewöhnliche Erscheinung, bedingt meistentheils eine unregelmässig-polyëdri-

*) In Betreff der accessorischen Mineralien müssen wir noch des interessanten Vorkommens von Graphit gedenken, welcher bisweilen in dem hellgrauen Porphyr des Harzes rundliche oder abgeplattete Concretionen bis zum Durchmesser von ein paar Zoll bildet, auch wohl dasselbe Gestein gleichmässig imprägnirt. Hausmann, die Bildung des Harzgebirges, S. 116.

sche Absonderung des Gesteins. Nächst dieser kommt wohl die plattenförmige Absonderung am häufigsten vor, bisweilen so regelmässig und stetig nach einer und derselben Richtung, dass sie an Schichtung erinnert; so zumal in manchen Porphyrdecken, wo die Platten mehr oder weniger horizontal, oder parallel der Auflagerungsfläche, und in manchen Gängen und Stöcken, wo sie den Salbändern parallel zu liegen pflegen. Doch findet man bisweilen Plattensysteme von verschiedener Form und Lage, welche ohne alle Regel in einander gefügt sind. Werden die Platten fussdick und noch stärker, so ist die Erscheinung wohl passender als eine bankförmige Absonderung zu bezeichnen; auch bei ihr pflegen die Absonderungsklüfte oft auf grosse Strecken eine bestimmte Richtung und einen gegenseitigen Parallelismus zu behaupten.

Die säulenförmige oder prismatische Absonderung ist ebenfalls nicht selten, und bisweilen in grosser Schönheit ausgebildet, indem die Säulen nicht nur eine sehr regelmässige Gestalt, sondern auch eine recht ansehnliche Länge erreichen; doch kommen besonders häufig vierseitige Prismen vor. Diese Säulen stehen in den Porphyrdecken gewöhnlich vertical, (Botzen in Tyrol), in den Porphyrgängen dagegen rechtwinkelig auf den Salbändern; in den Kuppen und Stöcken kommen bisweilen sehr verschiedene Formen, Stellungen und Gruppirungen der Säulen vor, während im Allgemeinen das Gesetz zu walten scheint, dass die Axen der Prismen mehr oder weniger rechtwinkelig gegen die Gränz- und Auflagerungsflächen sind.

Kugelige Absonderung gehört zu den seltenen Erscheinungen. Bekannt ist der Kugelporphyr von Corsica, in welchem die sphärische Form mit einer radialen Anordnung der Einsprenglinge verbunden ist*). Bei Neu-Giersdorf in Schlesien umschliesst ein rother Thonsteinporphyr weisse Sphäroide von einigen Zoll bis zu einem Lachter Durchmesser. Manche gestreifte Porphyre zeigen stellenweise eine concentrische Krümmung und Anordnung ihrer Lagen, und viele Porphyre entfalten bei der Verwitterung eine sphäroidische Structur, indem sie sich zu lauter unregelmässigen, schaligen Sphäroiden auflockern; (I, 758).

Es giebt viele Porphyre, welche der Verwitterung, zumal in freien Felswänden und unbedeckten Felsblöcken, sehr lange widerstehen; sie zeigen dann nur eine Bräunung oder Röthung ihrer Oberfläche,

*) So wie dagegen im Norwegischen Rhombenporphyr zuweilen die Feldspathrhomben mit ihren grossen Diagonalen um ein gemeinschaftliches Centrum nicht in radialen, sondern in tangentialen Linien geordnet sind. Keilhau, Gäa Norwegica, I, S. 84.

welche mehr oder weniger tief eindringt, und die wahre Farbe des Gesteins maskirt; (Porphyr bei Altenberg und Zinnwald, bei Hohburg und Lüptitz unweit Wurzen). Andere Porphyre verwittern ziemlich leicht zu einem scharfkörnigen Grus, zu welchem sie oft viele Fuss tief aufgelockert sind; dabei erscheint das Gestein oft gebleicht, was schon in einer beginnenden Zersetzung zu Kaolin begründet sein dürfte; (Porphyr bei Halle, bei Geithain und Colditz). Diese Kaolinisirung der Porphyre ist aber zuweilen so weit fortgeschritten, dass ihr der gesammte feldspathige Bestand des Gesteins unterlegen ist, und dass recht bedeutende und bauwürdige Kaolin-Ablagerungen entstanden sind; (Porphyr bei Morl und Trotha unweit Halle, bei Sornzig unweit Mügeln, bei Hauterivoire unweit Lyon).

Die beiderlei, in den Porphyren oft zugleich vorkommenden Feldspathkrystalle zeigen ganz gewöhnlich einen sehr verschiedenen Grad der Zersetzbarkeit, indem die Oligoklaskrystalle mitten in der frischen Grundmasse matt, undurchsichtig und erdig geworden sind, wogegen die Orthoklaskrystalle ihren Glanz, ihre Durchsichtigkeit und ihre Härte vollkommen erhalten haben. Bisweilen kommt auch die merkwürdige Erscheinung vor, dass die grösseren Feldspathkrystalle nach innen zu einer gelblichen oder grünlichen, steinmarkähnlichen Substanz zersetzt, nach aussen dagegen noch ganz frisch sind; zum Beweise, dass die Zersetzung von der Mitte der Krystalle ausgegangen ist.

Diese Erscheinung hat z. B. Al. Brongniart in dem Porphyr von Niederschöna bei Freiberg, Hoffmann in dem Porphyr von Alvensleben, westlich von Magdeburg, und Daub in den Porphyren des Münsterthales in Baden nachgewiesen. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 7. In dem schönen Granitporphyr der Gegend von Wurzen und Beucha ist sie häufig zu beobachten. Im Porphyr des Auerberges, bei Stolberg am Harze, sind nach Hausmann die Feldspathkrystalle oftmals zerfressen, ausgenagt und zuweilen gänzlich zerstört, an ihrer Stelle aber Eisenglimmer, Eisenrahm und kleine Bergkrystalle gebildet worden. Die Bildung des Harzgebirges, S. 118. Der eigenthümlichen Zersetzung der grossen Orthoklaskrystalle im Ilmenauer Porphyr ist Bd. I, S. 763 gedacht worden.

Die auf den Kluftflächen der Porphyre so gewöhnlich, und bisweilen in wunderbarer Schönheit vorkommenden Dendriten stehen mit der beginnenden Zersetzung des Gesteins in einem gewissen Zusammenhange, indem die von den Gewässern aufgelösten Metalloxyde unter dem Einflusse der Capillarität auf den Klüften zum Niederschlage gelangten.

Uebergänge zeigen die Felsitporphyre zuweilen in Granit und Syenit, auch in Pechstein, durch glasartige Verdichtung ihrer Grundmasse, und in reinen Felsit, durch gänzliches Zurücktreten ihrer Ein-

sprenglinge. Indessen mögen die beiden ersten Uebergänge meistentheils nur in localen Verdichtungen granitischer und syenitischer Gesteine, entweder an ihren Contactflächen, oder in ihren Apophysen und Ausläufern bestehen, weil doch die eigentlichen Porphyrformationen von den Granit- und Syenitformationen in der Regel sehr scharf gesondert sind. Die angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Grauwacke, in Thonschiefer und in andere sedimentäre Gesteine aber dürften wohl, eben so wie die zuweilen erwähnten Uebergänge in Melaphyr, nicht sowohl als Uebergänge in der eigentlichen Bedeutung des Wortes, sondern vielmehr als blose gegenseitige Assimilationen des Porphyrs und der genannten Gesteine in ihrem Contacte zu betrachten sein.

In vielen Fällen sind wohl auch Felsittuffe oder Thonsteine, welche, wenn sie sehr dicht und mit Quarz- oder Feldspathkörnern versehen sind, den Felsitporphyren ganz ähnlich werden, für wirkliche Porphyre gehalten, und darauf jene angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Grauwackenschiefer u. s. w. gegründet worden. Die mehrfach erwähnten porphyrähnlichen Gesteinsschichten, in welchen Pflanzenabdrücke vorkommen, sind wohl kaum anders zu deuten.

In Betreff der Uebergänge aus Porphyr in Granit, und umgekehrt, möchten wir noch Folgendes bemerken. Vom petrographischen Gesichtspunkte aus kann ein zu Felsit verdichteter Granit als Porphyr, und ein in seiner Grundmasse krystallinisch-körniger Porphyr als Granit erscheinen, und es können sonach die Granitformationen porphyrähnliche Glieder (S. 216 und 260) und die Porphyrformationen granitähnliche Glieder entwickeln, ohne dass man deshalb in allen Fällen berechtigt ist, einen genetischen Zusammenhang und eine zeitliche Coincidenz zwischen Granitformationen und Porphyrformationen zu folgern, was so viel heissen würde, als ihre Identität zu behaupten. — Indessen sollen nach Dufrénoy wirkliche und häufige Uebergänge aus Porphyren in Granite in der Bergkette von Tarare, zwischen der Saône und Loire, so wie in der Kette des Forez, zwischen der Loire und dem Allier, vorkommen. Rozet erwähnte ähnliche Verhältnisse aus den Vogesen, welche noch ganz neuerdings von Daubrée bestätigt worden sind. Auch die Elvangänge in Cornwall und Devonshire sollen oft eine ganz granitähnliche Beschaffenheit annehmen, und überhaupt in so nahen Beziehungen zu den dortigen Granitmassen stehen, dass man sie nur als Granitgänge betrachten kann, deren Structur durch besondere, während der Abkühlung und Erstarrung obwaltende Umstände modificirt worden ist. *De-la-Beche, Rep. on the Geol. of Cornwall etc. p.* 184. Dieselbe Folgerung ist von Fournet und Durocher ausgesprochen worden, indem sie solche auf den gleichartigen mineralischen Bestand beider Gesteine gründeten.

Wenn also auch in manchen Fällen gegenseitige Uebergänge aus Porphyr in Granit zugestanden werden möchten, so haben sich solche doch in vielen Fällen bei einer genaueren Untersuchung als unbegründet erwiesen. Man hat z. B. von Uebergängen der Porphyre bei Meissen in den dortigen Granit-Syenit gesprochen, man hat sogar die Behauptung aufgestellt, dass dort

die verschiedensten Porphyre, die Thonsteine und die Pechsteine in einander und in Granit oder Syenit verlaufen sollen, während sich später auf das Bestimmteste ergeben hat, dass dort die meisten dieser Gesteine von einander sehr scharf gesondert sind, und wirklich verschiedenen Bildungsepochen angehören. Eben so hat man aus der Gegend von Altenberg die entschiedensten Uebergänge aus Granit in Syenitporphyr, in Felsitporphyr und in den sogenannten Stockwerksporphyr nachweisen wollen, während sich doch alle diese Gesteine sehr genau von einander trennen lassen. Wo also von dergleichen Uebergängen gesprochen wird, da müssen wir uns allemal mit der grössten Vorsicht zu überzeugen suchen, ob sie nur scheinbar oder auch wirklich vorhanden sind.

Die angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Gneiss, Talkschiefer, Thonschiefer u. s. w. dürften wohl niemals weder als ursprüngliche, d. h. durch eine gleichzeitige Ausbildung beider Gesteine, noch als wesentliche, d. h. durch die Identität ihres mineralischen Bestandes bedingte Uebergänge anzusehen sein. Vielmehr sind es secundäre und unwesentliche Uebergänge, bedingt durch die Einwirkung des Porphyrs auf die angränzenden Massen des schieferigen Gesteins, und durch die Rückwirkung der letzteren auf das porphyrische Material, wodurch gleichsam eine Verschmelzung und Assimilirung beider Gesteine in ihrem unmittelbaren Contacte verursacht wurde*).

Was die Elvangänge in Cornwall und Devonshire betrifft, so mögen solche wohl nur zum Theil eigentliche Porphyrgänge, zum Theil aber Granitgänge sein. Das Wort *Elvan* stammt aus der Sprache des dortigen Bergmanns, und hat eine sehr schwankende und unbestimmte Bedeutung, wie diess die Cornischen Geologen selbst zugeben. (Carne, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall*, *I*, 1818, *p*. 98.) Hawkins schickte verschiedene Varietäten von Elvan an Werner, welcher die meisten für feinkörnigen Granit, vollkommen ähnlich dem der Gänge von Eibenstock und Johanngeorgenstadt, einige aber für wahren Porphyr erklärte (*Ebd. p.* 156).

Das Aufragen in eminenten Kuppen und Rücken oder in bergigen Plateaus, die Bildung steiler Felsengehänge, tiefer Thäler und enger Thalschlünde, überhaupt die Entfaltung mehr schroffer, als sanfter Berg- und Thalformen, das sind Eigenschaften, welche die Felsitporphyre mit so vielen anderen eruptiven Formationen gemein haben.

Die klastischen Gesteine der Porphyrformationen wurden theils in der Petrographie (I, 706), theils bei der Schilderung des Rothliegenden (591) betrachtet, an dessen Bildung sie oftmals einen sehr wesentlichen Antheil haben. Die geschichteten Porphyrbreccien und Conglomerate, die geschichteten Porphyrpsammite und Thonsteine sind wohl auch mit allem Rechte zu denjenigen Sedimentformationen zu rechnen, in deren Gebiete sie vorkommen; denn obgleich ihnen ihr Material von

*) Ueber die angeblichen Uebergänge in Gneiss vergleiche man die trefflichen Bemerkungen v. Beust's, in dessen Geognostischer Skizze u. s. w. S. 38 ff.

den Porphyren geliefert worden ist, so haben sie sich doch gewissermaassen von ihnen emancipirt, und sind in den Bereich der sedimentären Formationen übergegangen. Die ungeschichteten Porphyrbreccien schliessen sich dagegen noch so unmittelbar an die Porphyre an, dass sie nicht füglich von ihnen getrennt werden können.

Diese Porphyrbreccien, gebildet aus scharfkantigen, eckigen oder nur wenig abgestumpften Porphyrstücken, welche entweder unmittelbar an einander gekittet, oder auch durch gleichartige Porphyrmasse, durch ähnlichen Porphyrschutt, oder durch Thonstein verbunden sind, eröffnen jene Reihe von klastischen Bildungen, welche so häufig in der Begleitung der Porphyre angetroffen werden, und, bei fortwährender Verfeinerung ihres Materiales, zuletzt in Thonsteine übergehen, die sich ursprünglich in einem schlammartigen Zustande befunden haben mögen, und bei deren Bildung nicht nur eine mechanische Zerreibung, sondern auch eine chemische Zersetzung mit im Spiele gewesen zu sein scheint. Innerhalb eines solchen Schlammes konnten sich wohl auch krystallinische Bildungen entfalten, weshalb denn diese Thonsteine oft krystallinische Körner von Quarz, wohl auch von Feldspath*) umschliessen, und sich bisweilen sogar in ihrer ganzen Masse als kryptokrystallinische Gebilde zu erkennen geben.

Die Porphyrbreccien selbst scheinen aber häufig ohne alle Mitwirkung des Wassers, als blose Producte der Contusion, durch Zertrümmerung bereits erstarrter Porphyrmasse und durch Einknätung der so gebildeten Bruchstücke in noch zähflüssiges Material entstanden zu sein**). Solche Reibungsbreccien gränzen theils seitwärts oder in horizontaler Richtung an diejenigen Porphyre an, aus deren Zertrümmerung sie hervorgegangen sind, theils treten sie in klotz- und stockförmigen Massen von ganz unregelmässiger Begränzung mitten innerhalb dieser Porphyre auf, theils bilden sie eine Umhüllung, Bedeckung oder auch die Unterlage derselben. In der Regel sind sie ungeschichtet, bisweilen zeigen sie eine säulenförmige Absonderung***), oftmals aber eine so innige Verschmelzung der Fragmente mit dem Cämente, dass die ersteren nur wie eckig contourirte Flecke erscheinen, und dass die klastische Na-

*) Wenn die Möglichkeit einer Bildung von Feldspath auf hydrochemischem Wege nicht abgeläugnet werden kann, so ist wohl auch G. Bischofs Ansicht gerechtfertigt, dass in einem feldspathigen Zersetzungsschlamme eine Regeneration des Feldspathes Statt finden konnte.

**) Leopold v. Buch, in Leonhards Min. Taschenb. 1824, S. 318.

***) Wie z. B. nach Elie de Beaumont im Thale von Niedeck in den Vogesen, wo die wunderschönen, oft nur 6 Centimeter starken Säulen eine über 20 Meter hohe Felswand bilden.

tur im frischen Bruche nur schwierig, weit leichter dagegen an der verwitterten Oberfläche erkannt werden kann.

Wahrscheinlich mag die Eruption solcher Porphyre innerhalb der Ausbruchsspalte ruckweise, mit grösseren und kleineren Pausen, oder auch nach langwierigen, auf und nieder gerichteten Oscillationen bewerkstelligt worden sein, wobei denn die oberen, bereits erstarrten Massen des hervorbrechenden Materiales von den tieferen, nachdringenden Massen zertrümmert, die so gebildeten Fragmente mehr oder weniger bestossen und abgerundet, von dem noch flüssigen Materiale umhüllt, und endlich an die Erdoberfläche hinausgedrängt wurden. Erfolgten dergleichen Eruptionen unter Wasser, so wurden viele Fragmente vom Wasser in Angriff genommen, weiter zerstückelt, gerollt und abgerundet, zugleich mit anderem Schutte in Schichten ausgebreitet, und solchergestalt zu Conglomeraten verarbeitet. Daher findet man nicht selten einen Uebergang aus den ungeschichteten Porphyrbreccien in geschichtete Porphyrconglomerate.

Ein solcher Uebergang aus festem, massigen Porphyr durch Porphyrbreccie (oder Trümmerporphyr) in geschichtetes Conglomerat lässt sich am rechten Ufer der Saale, von Giebichenstein aufwärts gegen Halle hin, vortrefflich verfolgen. Am Schlossberge von Thann, in den Thälern von Niedeck und Hérival und an mehren anderen Puncten in den Vogesen sind ähnliche Uebergänge aus Porphyr in Pophyrconglomerate und sogar bis in psammitische Gesteine und Thonsteine zu beobachten, welche letzteren nicht selten Pflanzenreste umschliessen.

§. 385. *Lagerungsformen der Felsitporphyre.*

Die Lagerungsformen der Felsitporphyre sind die gewöhnlichen der plutonischen oder eruptiven Gesteine, also Gänge, Stöcke, Kuppen, Decken oder Plateaus und Lager. Unter ihnen erlangt namentlich die Gangform eine vorzügliche Wichtigkeit, weil sie die entscheidendsten Beweise für die eruptive Natur dieser Gesteine liefert, und als die eigentliche Wurzelform aller übrigen zu betrachten ist. Desungeachtet aber ist gerade diese Lagerungsform lange übersehen, und, zu Gunsten gewisser Theorien, aber der Natur zum Trotze, in die Form der eigentlichen Lager gezwängt worden*).

*) In Sachsen hat wohl zuerst der Norweger Ström auf die gangartige Natur der sogenannten Porphyrlager bei Freiberg aufmerksam gemacht, welche später durch v. Beust's treffliche Arbeit ganz allgemein für die sämmtlichen Porphyr-Vorkommnisse der Gegend zwischen Freiberg und Frauenstein nachgewiesen wurde. Im Jahre 1830 geschah dasselbe durch Maier für die Porphyrgänge der Gegend von Joachimsthal in Böhmen, von denen es schon 10 Jahre früher Paulus hervorgehoben hatte, dass sie sehr abweichend gegen die Schichten des dortigen Gebirges gelagert seien.

Diese Porphyrgänge treten in allen möglichen Formen und Dimensionen auf, wie solche überhaupt bei gangartigen Gebirgsgliedern vorkommen können. Bald erscheinen sie als sehr regelmässige, von ebenen Flächen begränzte Parallelmassen, bald zeigen sie so unregelmässige, undulirte, mit aus- und einspringenden Winkeln versehene Begränzungsflächen, und eine so seltsame Abwechslung von Anschwellungen und Verschmälerungen, dass sie bisweilen nur schwierig auf die Vorstellung von Spalten-Ausfüllungen zurückzuführen sind.

Conybeare und Buckland haben Elvangänge im Killas der Gegend von Cliggapoint bei St. Agnes in Cornwall beschrieben und abgebildet, deren Formen allerdings so bizarr sind, dass es nicht befremden kann, wenn man sie durch eine gleichzeitige Ausbildung mit ihrem Nebengesteine zu erklären, und als Beweise gegen die Ansicht Hutton's zu benutzen versuchte, welcher sie für intrusive Bildungen erklärt hatte. Aehnliche Unregelmässigkeiten kommen auch nicht selten bei denen von v. Beust beschriebenen Porphyrgängen der Umgegend von Freiberg und Frauenstein vor. — Da die Eruptionsspalten oft einen winkeligen oder hin- und hergebogenen Verlauf haben, so lassen sich wohl in manchen Fällen die auffallenden Formen und Mächtigkeitswechsel aus der Annahme von Verwerfungen erklären, welche den einen oder anderen an einer solchen Spalte anliegenden Gebirgstheil vor oder während ihrer Ausfüllung betroffen haben.

Manche Porphyrgänge sind ununterbrochen meilenweit zu verfolgen, während andere auf geringe Distanzen an der Erdoberfläche erscheinen, noch andere aber nur einen unterbrochenen Verlauf erkennen lassen, indem sie stellenweise gar nicht bis zu Tage austreten. Ihr Verlauf ist in der Regel ziemlich geradlinig, obwohl stellenweise Biegungen und Undulationen, bisweilen auch allgemeine Krümmungen in der Richtung des Streichens hervortreten. Ihre Mächtigkeit schwankt von ein paar Fuss und darunter, bis zu vielen hundert und weit über tausend Fuss, pflegt in der Mitte ihrer Erstreckung am grössten zu sein, und von dort aus nach beiden Enden hin allmälig abzunehmen bis zu einer endlichen Auskeilung; bisweilen liegt jedoch die grösste Mächtigkeit nahe an dem einen Ende. Bei grosser Mächtigkeit gehen die kürzeren Gänge in Gangstöcke über, wie denn auch manche Gänge nur als reihenförmige Systeme mehrer, hinter einander liegender Stöcke zu betrachten sind.

Die schmäleren Porphyrgänge zeigen nicht selten eine prismatische, oder auch eine plattenförmige Absonderung, in welchem Falle die Prismen rechtwinkelig, die Platten parallel zu den Salbändern oder lateralen Begränzungsflächen sind; auch die mächtigeren Gänge und die Gangstöcke sind bisweilen an ihren Salbändern plattenförmig abgesondert oder mit Parallelstructur versehen, während sie weiter einwärts solcher Structur ermangeln; wie denn überhaupt eine Verschiedenheit

des Gesteins an den Gränzflächen und in der Mitte, und namentlich eine mehr krystallinische Ausbildung in den mittleren, eine mehr dichte Ausbildung in den peripherischen Theilen gar häufig zu beobachten ist*).

Bisweilen laufen von den Salbändern der Porphyr-Gänge und Stöcke Apophysen in das Nebengestein aus, welche als Keile, Trümer und Adern erscheinen, und gewöhnlich die Schichten des Nebengesteins (dafern solches überhaupt geschichtet ist) durchschneiden, mitunter auch auf seinen Schichtungsfugen, oder in aufgesprengten Spaltungsflächen desselben eingedrungen sind. Auch sind es besonders diese beiden Arten von Gebirgsgliedern, in welchen so wie an deren Gränzen nicht selten Fragmente des Nebengesteins vorkommen. Die mächtigeren Porphyrgänge zerschlagen sich zuweilen an ihren Enden in zwei oder mehre parallele Trümer, mit welchen sie sich endlich auskeilen.

Die Gänge und Gangstöcke der Porphyre treten selten einzeln und sporadisch, gewöhnlich mehr oder weniger zahlreich beisammen innerhalb derselben Gegend auf, und lassen im letzteren Falle zuweilen eine gewisse Regel der Anordnung erkennen, indem die Stöcke reihenförmig gruppirt sind, während die Gänge entweder einen Parallelismus ihres Verlaufes zeigen, oder strahlenförmig von einem und demselben Punkte aus divergiren, oder auch wie tangential um ein gemeinschaftliches Centrum geordnet erscheinen. Oftmals stehen die Gänge mit Porphyrdecken oder Porphyrkuppen in einem unmittelbaren und nachweislichen Zusammenhange, indem sie sich theils als laterale Ausläufer, theils als infernale oder wurzelähnliche Absenker solcher Gebirgsglieder zu erkennen geben.

Die Elvangänge in Cornwall, welche bis 300 und 400 Fuss Mächtigkeit erlangen, lassen sich auch bisweilen mehre Engl. Meilen weit verfolgen. Von Truro läuft z. B. ein Gang 9 Meilen weit bis Penstruthal, und ein anderer ist von Marazion über Cayle bis nach Pool auf 12 Meilen weit bekannt, während er bei Cayle einen 5 Meilen langen Seitenarm aussendet. *De-la-Beche*, *Rep. on the Geol. of Cornw. p.* 174. Im Riesengebirge bildet nach G. Rose der Porphyr im Granite mächtige Gänge, welche einander parallel von NNO. nach SSW. streichen, und sich meilenweit verfolgen lassen. Die sehr mächtigen Syenitporphyrgänge der Gegend von Dippoldiswalde, Frauenstein und Altenberg in Sachsen erreichen Längen von 2 bis über 3 geographische Meilen, und der schmale Felsitporphyrgang, welcher dicht an Freiberg vorbeiläuft, ist gleichfalls über 2 Meilen weit zu verfolgen. Nach Charmasse soll sich der mächtige Porphyrgang von Lormes im Morvan bis gegen Avallon, also über 7 Lieues weit fortziehen.

*) In besonders auffallender Weise kommt diese Erscheinung an den Syenit- und Granitporphyren der Gegend von Frauenstein und Dippoldiswalda vor, welche oft auf viele Fuss weit von der Gränze weg eine ganz dichte und überhaupt sehr abweichende Beschaffenheit zeigen. Vergl. v. Beust, a. a. O. S. 80.

Ganz besonders zahlreiche Associationen von Porphyrgängen beschrieb Macculloch vom Berge Cruachan in Argyleshire; sie treten dort so häufig im Schiefer auf, dass ihre Masse gewiss $^1/_{40}$ oder $^1/_{50}$ des ganzen Gebirges ausmacht; auch in Glenco durchsetzen zahllose Porphyrgänge den Granit*). In einem grossartigeren Maassstabe zeigt sich in Sachsen der Landstrich von Liebstadt über Dippoldiswalda bis nach Randeck bei Frauenstein mit einem Gewimmel von Porphyr-Gängen und Stöcken erfüllt. Nach Darwin soll die (zur Kreideformation gehörige) Schieferbildung des Feuerlandes an der Ostseite des Ponsonby-Sundes innerhalb einer Englischen Meile wenigstens 100 Porphyrgänge umschliessen, welche fast alle als vollkommene Lagergänge ausgebildet sind, und zusammen fast eben so viel Raum einnehmen, als der zwischen ihnen befindliche Schiefer. *Geol. Observ. on South America, p.* 152. Und so kennt man noch in vielen andern Gegenden, in Westphalen, am Thüringer Walde, in den Vogesen, in England u. s. w. dergleichen Gedränge von Gängen und Stöcken, die wesentlich von Porphyren gebildet werden.

Besonders die Lagergänge lassen sehr häufig da, wo sie in grösserer Anzahl auftreten, einen recht genauen Parallelismus ihres Verlaufes erkennen, wie ihnen solcher natürlich durch die Schichten des Nebengesteins vorgeschrieben worden ist. Ein interessantes Beispiel von radialer Anordnung vieler und mächtiger Porphyrgänge um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, hat uns Daub aus dem Münsterthale kennen gelehrt, wo gegen 12, an Länge wie an Mächtigkeit sehr verschiedene gangförmige Porphyrzüge auftreten, welche sich ihrer Lage nach, in Bezug auf die Stadt Staufen als Centralpunkt, wie Radien eines Kreises verhalten. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 1. Dagegen liefern die vielen Porphyrstöcke, von welchen die grosse Porphyr-Ablagerung des Tharander Waldes, gleichsam wie ein Planet von seinen Satelliten, umgeben wird, ein sehr ausgezeichnetes Beispiel von tangentialer oder kreisförmiger Anordnung. Setzt man den einen Fuss eines Cirkels auf den Gipfel des Auerhahnbalzes bei Grüllenburg, als das eigentliche Centrum des Tharander Waldporphyrs, und beschreibt mit dem anderen, bis zur Mohorner Kirche ausgespannten Fusse einen Kreis, so fallen alle diese Porphyrstöcke ziemlich genau in die Peripherie dieses Kreises, dessen Halbmesser etwa 20,000 Fuss beträgt; ja, von Naundorf aus über Klingenberg bis zur Borntelle im Weisseritzthale fällt sogar die Längenausdehnung der Porphyrstöcke mit einzelnen Bogenstücken jenes Kreises so nahe zusammen, dass für diesen Theil des Satelliten-Systems in der That eine fast halbkreisförmige Spalte als der gemeinschaftliche Eruptionscanal angezeigt zu sein scheint. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft V, S. 225. Die Erscheinung ist um so auffallender, weil auch die drei, vom Tharander Waldporphyr unmittelbar auslaufenden Gänge eine tangentiale Richtung besitzen. A. a. O. S. 216, und Cotta, Geognostische Wanderungen, I, S. 76.

*) Für die quarzfreien Porphyre lassen sich als ähnliche Gangreviere die Gegend von Meissen an beiden Elbufern, und die Gegend des Skialleberg bei Christiania anführen.

Die Porphyrlager sind theils intrusive Lager oder Lagergänge (I, 917), theils effusive Lager (I, 498), welche zur Zeit ihrer Bildung als Decken über den vorher gebildeten Schichten ausgebreitet und später von neueren Schichten bedeckt wurden; beide aber müssen irgendwo mit wirklichen gangartigen Gebirgsgliedern in Verbindung stehen, oder doch ehemals gestanden haben. Wenn dergleichen effusive Bildungen eine grosse Ausdehnung und Mächtigkeit besitzen, und unmittelbar die Oberfläche des Landes bilden, so werden sie Porphyrdecken oder Porphyrplateaus genannt, obgleich sie stellenweise von anderen Gesteinen überlagert sein können. Die Ausdehnung dieser Porphyrdecken ist bisweilen so bedeutend, dass recht ansehnliche Landstriche von ihnen gebildet werden; kleinere Porphyrdecken aber geben sich gewöhnlich durch ein höheres Aufragen der betreffenden Gegend über ihre Umgebung zu erkennen.

Alle diese lagerartigen Gebirgsglieder der Porphyre haben theils regelmässige, theils unregelmässige Begränzungsflächen. Die intrusiven Lager werden bisweilen durch Apophysen mit dem Nebengesteine in einen sehr innigen Verband gebracht, oder verlieren auch stellenweise ihren lagerartigen Charakter, indem sie, ihre Richtung plötzlich ändernd, als entschieden gangartige Gebirgsglieder weiter fortsetzen. Die effusiven Lager zeigen gewöhnlich die regelmässigsten Begränzungsflächen, zumal da, wo sie unmittelbar nach ihrer Bildung von anderen Gesteinsschichten bedeckt worden sind. Die Decken und Plateaus sind oftmals nach unten, also in ihrer Auflagerungsfläche, sehr regelmässig begränzt, während sie nach oben, wo sie vielleicht durch Myriaden von Jahren unbedeckt zu Tage austraten, zu Bergen und Thälern ausgearbeitet worden sind. Doch kann auch ihre Unterfläche mehr oder weniger bedeutende Unregelmässigkeiten zeigen, wenn solche nicht die Oberfläche einer und derselben Schicht ist, indem sich natürlich die etwa vorhandenen Vertiefungen und Erhöhungen der Auflagerungsfläche in ihr wiederholen. Auch lassen wohl manche effusive Lager an ihrer Unterfläche keilförmige oder andere, regellos gestaltete Apophysen erkennen, während an ihrer Oberfläche dergleichen nicht zu erwarten sind.

Eine eigenthümliche Erscheinung sind die kleinen, wirklich oder scheinbar isolirten Porphyrpartieen, welche zuweilen, völlig umschlossen vom Nebengesteine, in der Nähe oder in der Verlängerung grösserer Porphyrmassen vorkommen. Beudant beschrieb dergleichen aus der Gegend von Fünfkirchen in Ungarn. Der Porphyr bildet dort anfangs im Sandsteine linsenförmige Nester von 8 bis 10 Fuss Durchmesser und 1 Fuss Dicke. Diese Nester keilen sich an ihren Rändern aus, und gehen so allmälig in den Sandstein über, dass man nicht sagen kann, wo das eine Gestein anfängt und das

andere aufhört; auch kommen kleinere Nester der Art vor, welche man für Gerölle halten könnte, wenn nicht ihre Aehnlichkeit mit den grösseren dagegen spräche. Ausserdem aber bildet der Porphyr, zumal in den Bergen zwischen Oroszlo und Egregy, auch grössere Massen und Plateaus, welche an die basaltischen Territorien erinnern. *Voyage min. et géol. en Hongrie, III, p.* 191. Nach unseren dermaligen Kenntnissen möchten sich jene Nester nur für porphyrartige Thonsteine oder Felsittuffe erklären lassen. — Anders wird die Deutung solcher Lenticularmassen da ausfallen, wo sie in der Verlängerung eines sich auskeilenden Ganges liegen. Diess ist z. B. nach Zobel und v. Carnall der Fall mit einem Lagergange, welcher auf der Fixsterngrube, bei Altwasser in Schlesien, ein dortiges unter 30° geneigtes Kohlenflötz bedeckt. Dieser Gang, welcher im Niveau des Wilhelmstollens 1 Lachter mächtig ist, verschmälert sich weiter aufwärts, und bildet zuletzt, nach 80 Lachtern Ausdehnung, gar nicht mehr eine zusammenhängende Decke, sondern nur einzelne rundliche Massen, die immer kleiner werden und endlich verschwinden. Hier scheint in der That an der äussersten Gränze des intrusiven Lagers eine Zerschlagung seines Materiales in einzelne Klumpen Statt gefunden zu haben. Karstens Archiv, Bd. IV, 1831, S. 113 ff.

Die Porphyrdecken und Porphyrlager lassen, bei prismatischer Absonderung, die Axen der Säulen meistentheils rechtwinkelig gegen die Auflagerungsfläche, und folglich beinahe vertical erscheinen, wenn diese Fläche noch fast horizontal ist. Durch spätere Aufrichtungen des betreffenden Schichtensystems kann dies freilich geändert worden sein, so dass die Prismen zwar noch parallel, aber mehr oder weniger stark geneigt erscheinen. Doch kommen in den mächtigeren Porphyrdecken auch regellose Stellungen und Anordnungen der Säulen vor. Bei plattenförmiger Absonderung liegen die Platten oftmals der Auflagerungsfläche parallel, daher man bisweilen aus den ersteren auf die Lage der letzteren schliessen kann, zumal wenn die plattenförmige Absonderung mit einer Parallelstructur des Gesteins verbunden ist. In anderen Fällen erweist sich sowohl die plattenförmige als die bankförmige Absonderung unabhängig von der Auflagerungsfläche, indem sie mit steiler Lage nach einer und derselben Richtung durch grosse Strecken zu verfolgen ist.

Da jedes effusive Porphyrlager und jede Porphyrdecke irgendwo mit Porphyrgängen in unmittelbarer Verbindung noch gegenwärtig stehen, oder doch ehemals gestanden haben muss, so lassen sich auch dergleichen Gänge in ihrer Nachbarschaft erwarten. Und in der That sind sie häufig nachzuweisen, gewöhnlich nur an ihren Gränzen, bisweilen aber auch mitten in ihrem Bereiche, dafern nur Thäler dort tief genug einschneiden, um die Unterlage der Porphyrdecke aufzuschliessen. Wenn die Ausbruchsspalte einer Porphyrdecke am Fusse einer Terrainstufe hinlief, oder auch mit einer Dislocation verbunden war, so dass ihre eine Wand hoch hinaufgetrieben wurde, so konnte die Eruption und Ausbreitung des por-

phyrischen Materiales nur noch nach der **einen** Seite hin erfolgen, in welchem Falle daher die Spalte als eine marginale Eruptionsspalte, und der ihr entsprechende Gang als ein am Rande der Porphyrdecke hinlaufender Gang erscheinen wird. Doch setzen die Eruptionsspalten und die sie repräsentirenden Gänge auch mitten in dem Gebiete von Porphyrdecken auf.

In diesen, mit den Porphyrdecken und Porphyrlagern zusammenhängenden Gängen so wie längs den Ausbruchsrändern der Decken kommen auch oft **Fragmente** der neben oder unter dem Porphyre anstehenden Gesteine vor; ja, sie können, zumal an den letzteren, in grosser Menge angehäuft sein, und das Material zu eigenthümlichen Breccien geliefert haben.

Als ein Beispiel solcher Porphyrdecken erwähnen wir die, oben S. 602 beschriebene grosse Porphyrbildung des Leipziger Kreises in Sachsen, welche sich über einen Raum von 20 Quadratmeilen ausbreitet, und grösstentheils fast unbedeckt zu Tage austritt, obwohl sie ganz entschieden dem Rothliegenden eingelagert ist; ihre Eruptionsspalten scheinen besonders am südlichen und östlichen Rande zu liegen, da wo sie an den Thonschiefer angränzt. Eine weit kleinere, plateauförmig aufragende und ziemlich arrondirte Porphyrdecke bildet die Ablagerung des Tharander Waldes, an deren Rande drei grosse Porphyrgänge bekannt sind, welche jedoch nicht in radialen, sondern in mehr tangentialen Richtungen von ihr auslaufen. Auch die Porphyrbildung der Gegend von Flöha, zwischen Freiberg und Chemnitz, welche dort der Steinkohlenformation eingelagert ist, erscheint grossentheils als eine frei zu Tage austretende Porphyrdecke, welche in dem tiefen Einschnitte des Zschopauthales mitten in ihrem Gebiete gangförmige Gebirgsglieder erkennen lässt, mit denen sie durch die untere Etage der Kohlenformation aus der Tiefe heraufsteigt. Am Göligberge unweit Dresden und am Wachtelberge bei Obernaundorf liegen die Ueberreste einer, fast ganz horizontal über den obersten Schichten des Rothliegenden ausgebreiteten geringmächtigen Porphyrdecke, welche an dem ersteren Berge von Quadersandstein überlagert wird. — Viele und bedeutende Porphyrlager kommen nach v. Dechen in Westphalen zwischen Schmalenberg und Olpe vor; sie erscheinen dem Schiefergebirge meistentheils ganz regelmässig eingelagert, und lassen nur selten Spuren von abnormen Verbandverhältnissen erkennen. Kartens und v. Dechens Archiv, Bd. XIX, S. 367 ff. Eben so kommen in Sachsen im Thonschiefer der Gegend von Biensdorf und Gersdorf (bei Berggiesshübel) sehr viele Porphyrlager vor. Den primitiven wie den silurischen Schiefern von Cumberland, Nordwales und Westmoreland, und den silurischen Schiefern der Lammermuirs in Südschottland sind nach Sedgwick und Nicol zahlreiche Lager oder Lagergänge von Porphyr eingeschaltet; (vergl. oben S. 311 f.). — Der Porphyr des Breuschthales (*vallée de la Bruche*) in den Vogesen breitet sich nach Daubrée über einen Flächenraum von 28 Quadratkilometern aus, bildet z. Th. sehr schöne senkrechte Colonnaden, und ist, fast auf ähnliche Weise wie der Porphyr des Leipziger Kreises, zwischen zwei Sandstein-Etagen, nämlich zwischen das Rothliegende und den Vogesensandstein eingelagert, welcher letztere die untere Abtheilung der

Buntsandsteinformation bildet*). — Die Porphyrdecke des Esterel in der Provence, welche auf der unteren Etage der Buntsandsteinformation liegt, befindet sich gegenwärtig grossentheils nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage, da das ganze dortige Territorium dislocirt und erhoben worden ist, daher die Porphyrcolonnaden oft eine geneigte Lage besitzen und die Porphyrdecke selbst in sehr schroffe und zackige Berge zerspalten ist. Die im südlichen Tyrol, bei Botzen, Meran, Kollmann und Neumarkt befindliche Porphyr-Ablagerung stellt wohl eine der ausgedehntesten und mächtigsten Porphyrdecken in Europa dar. Sie ist dem Glimmerschiefer und Thonschiefer discordant aufgelagert, wird sehr regelmässig von der Alpinischen Buntsandsteinformation überlagert, und ist vielfach mit Porphyr-Breccien und Conglomeraten verbunden. Die prachtvollen, durch ihre Höhe wie durch ihre Regelmässigkeit imponirenden Colonnaden unterhalb Botzen sind bekannt.

Die Porphyrkuppen müssen als secundäre und als ursprüngliche Kuppen unterschieden werden. Die ersteren sind nur kuppenförmige Ueberbleibsel von Decken, oder auch stellenweise höher und mächtiger aufragende Ausstriche von Lagern, Gängen oder Stöcken, deren Massen ausserdem zerstört oder doch so weit abgetragen wurden, dass sie nur noch hier und da an einzelnen Punkten wie Ruinen rückständig geblieben sind. Auf diese Weise geben sich die mächtigeren Porphyr-Gänge und Lager oft durch eine Reihe von Kuppen, bisweilen wohl auch durch fortlaufende Kämme zu erkennen. Als ursprüngliche Kuppen dagegen sind diejenigen isolirt aufragenden Porphyrberge zu betrachten, welche als solche, an Ort und Stelle, durch eine locale Ausbreitung und Aufstauung von porphyrischem Material gebildet wurden. Sie stehen jedenfalls mit Porphyrgängen in Verbindung, indem sie entweder nach unten in einen Gang übergehen, oder indem sie als locale Anschwellungen grösserer Porphyrgänge erscheinen. Daher zeigen auch diese Kuppen in ihrer Horizontalprojection sehr gewöhnlich eine langgestreckte Form, deren grösster Durchmesser mit der Streichlinie des zugehörigen Ganges zusammenfällt. Manche derselben sind in einer trichterförmigen Vertiefung des Nebengesteins eingesenkt, wie denn diese Kuppen überhaupt in vieler Hinsicht mit den Gangstöcken verwandt sind, in welche sie unmittelbar übergehen.

Beispiele für die secundären Kuppen finden sich in jeder Gegend, wo mächtige Lager, Gänge und Stöcke von Porphyr vorkommen. Beispiele von ursprünglichen, obwohl mehr oder weniger abgetragenen und unter ihre anfängliche Höhe herabgesunkenen Porphyrkuppen liefern in Sachsen der Porphyrberg von Augustusburg, der Burgberg bei Frauenstein und der Gückelsberg bei Klingenberg, für welche beide letzteren der Zusammenhang mit Porphyrgängen, gleichsam wie mit ihren, in die ewige Teufe hinabreichenden Wurzeln, auf das Deutlichste zu beobachten ist.

*) *Daubrée, Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin*, 1852, *p.* 42.

§. 386. *Einwirkungen der Porphyre auf ihr Nebengestein.*

Dass die Felsitporphyre, als eruptive Gesteine, auf das von ihnen durchbrochene Nebengestein oftmals eine sehr gewaltsame Einwirkung ausgeübt haben werden, diess lässt sich wohl erwarten. Und in der That liegen die Beweise einer solchen Einwirkung bisweilen in einem sehr grossartigen Maassstabe vor. Doch sind es gewöhnlich mehr solche Erscheinungen, welche auf grosse mechanische Gewalten, als auf bedeutende chemische Wirkungen schliessen lassen.

Ueberhaupt scheint es, dass das porphyrische Material bei seiner Eruption, oder wenigstens bei seiner Ankunft in den obersten Regionen der Erdkruste keinen so hohen Grad der Temperatur und Flüssigkeit besass, wie z. B. das Material der meisten Granite und Basalte. Schon die Seltenheit der Apophysen und insbesondere jener, bei dem Granite so gewöhnlichen fein verzweigten Ramificationen spricht für diese Vermuthung, obwohl ihr die bisweilen sehr grosse horizontale Verbreitung der Porphyrdecken und die geringe Mächtigkeit mancher Porphyrlager entgegen zu stehen scheint. Aber auch der Mangel jener weit ausgreifenden und intensiven Metamorphosen des Nebengesteins, wie solche durch die Granite und Syenite in einer oft erstaunlichen Weise hervorgebracht worden sind, möchte zu derselben Folgerung berechtigen. Ob wir sie jedoch so weit treiben dürfen, dem porphyrischen Materiale gar keinen feurig-flüssigen, sondern nur einen feuchtflüssigen, d. h. einen brei- oder schlammartigen Zustand zuzuschreiben, diess ist eine Frage, welche wohl verneint werden muss.

Die von den Porphyren durchbrochenen Gesteine haben sehr häufig grössere und kleinere Bruchstücke geliefert, welche durch das porphyrische Material bei seiner gewaltsamen Emportreibung losgesprengt, umhüllt und mehr oder weniger weit fortgeschleppt, dabei nicht selten noch weiter zertrümmert, bestossen und zermalmt worden sind. Daher finden sich dergleichen Fragmente des Nebengesteins in den Porphyr-Gängen und Stöcken, auch wohl an den Ausbruchsrändern der Decken und Lager, bald einzeln, bald zahlreich beisammen, von allen Dimensionen, in lachtergrossen Blöcken bis herab zu den kleinsten Splittern, gewöhnlich noch scharfkantig, zuweilen auch mehr oder weniger abgerundet.

Diese Fragmente lassen nur selten sehr auffallende Veränderungen erkennen, und wenn dergleichen vorkommen, so sind sie nicht gerade von der Art, dass ihre Ursache in einer kaustischen oder pyrogenen Einwirkung gesucht werden könnte. Die Schiefer- und Gneissfragmente z. B. erscheinen oft weich, grünlich gefärbt, von einer talkähnlichen Beschaffenheit; doch besitzen sie auch bisweilen ein sehr frisches, krystallinisches Ansehen, und pflegen dann mit der porphyrischen Grundmasse fest

verwachsen, oder auch innig verflösst und gleichsam verschmolzen zu sein*). Die grösseren Fragmente flaseriger und schieferiger Gesteine sind nicht selten an ihren Rändern aufgeblättert und mit eingedrungener Porphyrmasse injicirt. Häufig ist auch die Erscheinung zu beobachten, dass die Fragmente ringsum von einem weissen oder hellfarbigen Saume der porphyrischen Grundmasse eingefasst sind, was auf eine von ihnen ausgegangene Reaction schliessen lässt; seltener kommt das Gegentheil vor, dass sie von einem dunkler gefärbten Rande umsäumt werden. Wenn diese Bruchstücke und Brocken des Nebengesteins zahlreich und im dichten Gedränge vorhanden sind, wie solches namentlich bisweilen an den Salbändern der Gänge und Stöcke der Fall ist, so bilden sie förmliche Breccien oder Brockengesteine (I, 485), zu welchen die porphyrische Grundmasse das Cäment geliefert hat.

Dergleichen Breccien kommen z. B. in Sachsen an der südlichen Gränze des grossen Porphyr-Territoriums, in der Linie von Westewitz bis Colditz, an vielen Punkten und namentlich in der Gegend von Naunhain vor, wo ganze Felsen einer aus Thonschiefer-Fragmenten und Porphyrtaig gebildeten Breccie anstehen. Auch der Porphyr von Mohorn, zwischen Dresden und Freiberg, strotzt bisweilen von Schiefer- und Gneissfragmenten; dasselbe ist der Fall mit dem Porphyr bei Bieberstein. Am Abhange des Struthwaldes, dem Dorfe Flöha gegenüber, sieht man den Porphyr über den mächtigen Conglomeratschichten der dortigen Steinkohlenformation liegen; seine untersten Massen umschliessen zahlreiche Geschiebe dieses Gneissconglomerates, welche bisweilen zerbrochen oder aufgeborsten und dann von Porphyrmasse verbunden oder durchdrungen sind; weiter aufwärts werden diese Geschiebe immer seltener, bis endlich der reine Porphyr ansteht.

An diese von Porphyr umschlossenen Fragmente des Nebengesteins schliessen sich diejenigen Breccien an, welche so häufig an den Rändern der Porphyr-Gänge und Stöcke angetroffen werden, und gleichfalls aus einer Zertrümmerung und Zermalmung des Nebengesteins hervorgegangen sind. Indem diese Einwirkung weiter auswärts in immer geringerem Grade Statt fand, lässt sich oftmals ein allmäliger Uebergang aus dem noch unzerbrochenen Nebengesteine durch eine, lediglich von seinen eigenen Fragmenten gebildete Breccie bis in ein, aus dergleichen Fragmenten und aus Porphyrtaig bestehendes Brockengestein, und endlich aus diesem bis in den reinen Porphyr verfolgen. Zuweilen war der Spielraum der Zertrümmerung sehr weit ausgreifend, so dass die Nebengesteins-Breccien eine grosse Mächtigkeit erlangen, was denn auf sehr bedeu-

*) Diess ist namentlich bei den kleineren Fragmenten so wie bei denjenigen der Fall, welche selbst aus Porphyr bestehen.

tende und lange fortgesetzte Angriffe der abyssodynamischen Kräfte schliessen lässt.

Solche Breccien zeigen die Freiberger und Frauensteiner Porphyrgänge nicht selten im Contacte mit dem Gneisse; wie z. B. auf der Grube Elisabeth, auf dem Anner Stollen, auf dem tiefen Hilfe-Gottes-Stollen und auf anderen Gruben zu beobachten war, wo sich förmliche Breccien-Bestege zwischen dem Gange und dem Nebengesteine vorfanden. Der Felsitgang, welcher in einem Steinbruche bei Oederan entblöst ist, umschliesst an seiner Gränze zahlreiche Gneissfragmente, die sich weiter auswärts unmittelbar berühren, bis endlich der feste unzerstörte Gneiss ansteht. — Auf dem hohen Gneissrücken zwischen dem Wüstewaltersdorfer und Jauerniger Thale in Schlesien liegen drei kleine Porphyrkuppen, von welchen die nördlichste, zur Ermittelung ihrer Lagerungsverhältnisse, mit einer 10 Lachter langen Rösche angefahren wurde. Diese Rösche traf aber nur ein merkwürdiges, aus Gneissfragmenten bestehendes Conglomerat, dessen Schichten 20 bis 25° in SW. fielen; mit einem Ueberhau erreichte man jedoch den Porphyr, und an der Gränze enthielt die Gneissbreccie Partieen von Porphyr, welche mit unbestimmten Umrissen in das Ganze verflossen erschienen. Zobel und v. Carnall, in Karstens Archiv, III, 297. — Für die Grösse der bei solchen Bildungen wirksam gewesenen Kräfte liefern die bei Dorfhain, an der Südgränze des Tharander Waldes vorliegenden Erscheinungen ein sprechendes Zeugniss. Dort trennt sich, auf dem linken Ufer des Seerenbaches, von der grossen Porphyr-Ablagerung ein Porphyrgang, welcher 9000 Fuss lang, etwa 600 Fuss breit und in seinem allgemeinen Verlaufe der südlichen Gränze jener Ablagerung ungefähr parallel ist, so dass zwischen ihm und diesem Hauptdepot ein Streifen Gneiss enthalten ist, welcher, bei ungefähr 9000 F. Länge, eine mittlere Breite von 1000 F., und daher einen Flächen-Inhalt von etwa 9 Mill. Quadratfuss besitzt. Während nun aber der, ausserhalb des Porphyrganges anstehende Gneiss regelmässige und stetig fortlaufende Schichten zeigt, so ist in dem ganzen, zwischen beiden Porphyrmassen eingeschlossenen Gneissstreifen nicht eine einzige Stelle zu finden, wo der Gneiss als ganzes und geschichtetes Gestein vorkäme. Vielmehr erscheint er durch und durch zerbrochen und zermalmt zu einer groben Breccie, deren grössere Fragmente durch feineren Schutt verbunden sind. Die grossartigen Dimensionen dieses Vorkommens einer Reibungsbreccie, welche durch gänzliche Zermalmung eines Stückes Gneissgebirge von 9 Millionen Quadratfuss Oberfläche gebildet wurde, und ihre Ausdehnung bis an den südlichen Rand des grossen Porphyrdepots beweisen wohl unwiderleglich, dass hier ein Streifen des Gneissgebirges zwischen zwei, fast parallele Porphyrgänge eingeklemmt, und der gleichzeitigen Einwirkung der von ihnen ausgeübten mechanischen Gewalten unterworfen wurde. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, V, S. 221 f.

Bisweilen ist die Zermalmung des Nebengesteins so weit gediehen, dass s a n d s t e i n ähnliche und sogar l e t t e n ähnliche Massen als Zerreibungsproducte entstanden, welche die Salbänder der Porphyrgänge begleiten, oder ihre Gangulmen überziehen; doch pflegen dergleichen Gebilde nur auf unzersprengten und stetig ausgedehnten Begränzungsflächen vor-

zukommen, welche gleichsam den Reibstein lieferten, auf welchem der Porphyr gearbeitet hat.

Dislocationen ganzer Schichtensysteme, Aufrichtungen und Biegungen der benachbarten, Knickungen und Stauchungen der unmittelbar angränzenden Schichten, endlich Rutschflächen und Spiegel auf den Begränzungsflächen, das sind ebenfalls Erscheinungen, welche nicht selten durch Porphyrgänge und Porphyrstöcke hervorgebracht worden sind, und die eruptive Natur ihres Materiales ausser allen Zweifel stellen.

Ein senkrechter Porphyrgang auf dem Danielstollen bei Joachimsthal hat nach Maier die Schieferschichten an beiden Seiten steil aufgerichtet. Der Porphyrgang, welcher bei Flöha in Sachsen die untere Etage der Steinkohlenformation durchschneidet, und mit der über ihr abgelagerten Porphyrdecke zusammenhängt, hat eine bedeutende Verwerfung veranlasst, durch welche die Schichten um mehr als 100 Ellen aus ihrer gegenseitigen Lage verrückt worden sind. Auch die nicht seltene Erscheinung, dass Porphyrgänge auf der Gränze zweier verschiedener Formationen aufsetzen, dürfte bisweilen durch eine Verwerfung zu erklären sein, indem die eine Formation in das Niveau der anderen gehoben worden ist. — Sehr merkwürdig sind die von Zobel und v. Carnall beschriebenen Erscheinungen am Gleisberge bei Waldenburg. Auf dem Gipfel der südlichen Kuppe stecken im Porphyr grosse rundliche Sandsteinmassen mit einzelnen Conglomeratlagen; der Sandstein ist sehr zersetzt, fast zerreiblich, von vielen Klüften durchzogen, welche mit rothem Eisenoxyd bedeckt sind. Jede Masse gleicht einem Kugelabschnitte mit wellenförmig gebogener Begränzung; es sind ihrer zehn vorhanden, von denen die grössten 10 bis 12 Fuss im Durchmesser haben. Die, ausserdem regellosen Klüfte des Porphyrs schmiegen sich in der Nähe der Sandsteinmassen nach den Contouren derselben, sind mit Steinmark überzogen und oft aufwärts gefurcht; zwischen dem Porphyr und Sandstein aber ziehen sich schmale, 4 bis 8 Zoll mächtige Lagen einer dunkel rothbraunen, mit langen Flasern eines grünen, specksteinähnlichen Minerals erfüllten Masse hin. In einem anderen Steinbruche setzt der Porphyr als ein 3 bis 4 Lachter mächtiger Gang durch das Conglomerat der Steinkohlenformation; auch hier schmiegen sich seine Klüfte dem Conglomerate an, und enthalten das weisse steinmarkähnliche Mineral mit aufwärts gerichteter Streifung; die rothbraunen Zwischenlagen sind gleichfalls vorhanden; jenseits derselben aber findet sich ein buntes Gemeng von Quarz- und Lyditgeröllen mit Fragmenten von Kohlensandstein, Schieferthon, Brandschiefer und Steinkohle, welche nahe am Porphyr durch Porphyrmasse zu einem sehr festen Conglomerate verbunden sind. Die Steinkohlenbrocken zeigen, zufolge angestellter Versuche, sämmtlich eine anthracitähnliche Beschaffenheit. Karstens Archiv, Bd. IV, 1831, S. 119 ff. Alle diese Erscheinungen sind offenbar nur in der Voraussetzung einer eruptiven Natur des Porphyrs zu erklären.

Während sonach recht vielfache Beweise gewaltsamer mechanischer Einwirkungen der Porphyre auf ihr Nebengestein vorliegen, so

sind die Beweise auffallender chemischer Einwirkungen weit seltener. Allerdings ist das Nebengestein oft auf eine eigenthümliche Weise zersetzt, oder mit Kieselerde, oder auch (und zwar besonders häufig und reichlich) mit Eisenoxyd imprägnirt; diese Veränderungen lassen sich jedoch keinesweges als unmittelbare Wirkungen des Porphyrs, sondern nur als die Wirkungen des unterirdischen Wassers betrachten, welchem längs den Salbändern der Porphyrgänge seit undenklichen Zeiten Wege zum Durchsickern geöffnet waren, wobei es theils zersetzend gewirkt, theils Kieselerde oder Eisenoxyd abgesetzt hat.

Es ist gewiss, dass sehr viele, in den verschiedensten Gesteinen aufsetzende Porphyrgänge an ihrem Nebengesteine gar keine auffällige materielle Veränderung hervorgebracht haben. In manchen Fällen jedoch kommen Erscheinungen vor, welche uns auf eine dergleichen Veränderung verweisen. Dahin gehören z. B. die Verdichtung und Erhärtung, so wie die Imprägnation mit Feldspathkörnern, welche hier und da am Thonschiefer und an einigen anderen Gesteinen, ganz vorzüglich aber die merkwürdigen Umwandlungen, welche mehrorts an der Steinkohle in ihrem Contacte mit Porphyren beobachtet worden sind.

Nöggerath hat uns die interessanten Erscheinungen kennen gelehrt, welche der Porphyr der Bruchhauser Steine, unweit Brilon in Westphalen, hervorgebracht hat. Diese Porphyrfelsen erheben sich einzeln aus dem Thonschiefer, und ihre Gränzflächen setzen senkrecht in die Tiefe; die Schichten des Schiefers stossen sich am Porphyr ab, ohne in ihrem westöstlichen Streichen gestört zu werden, und auch die vom Porphyr umschlossenen Thonschieferkeile zeigen nur ein wenig abweichendes Streichen. Der Thonschiefer ist in der Berührung mit dem Porphyr auffallend verändert, und geht durch Aufnahme von eckigen Feldspathkörnern allmälig in ihn über, so dass Mittelgesteine entstehen, welche schon Porphyr genannt werden können, obwohl sie noch die schieferige Structur des Schiefers besitzen. Die Masse des weissen, grauen und fleischrothen Porphyrs lässt zahllose in einander verfliessende Varietäten erkennen, wie sie selten auf so kleinem Raume beisammen vorkommen mögen; dabei flechten sich zoll- bis fussgrosse Feldsteinmassen in den Schiefer ein, welcher sie in Adern durchschwärmt. Karstens Archiv, III, 1831, S. 95 ff. auch Klipstein in Leonhards Jahrbuch 1832, S. 192 f. — Analoge Erscheinungen kennt man im Forez (Centralfrankreich) wo die Porphyre sehr häufig mit den Schichten der Uebergangsformation in Conflict getreten sind. Gewöhnlich ist es Kieselschiefer, welcher unmittelbar an den Porphyr angränzt; er enthält oft Feldspathkrystalle, und zeigt selbst Uebergänge in den Porphyr; ja, bei Urval und Poïet ist die Verknüpfung beider Gesteine so innig, dass man zwischen ihnen keine bestimmte Gränze anzugeben vermag. In der Kette von Tarare hat der Porphyr gleichfalls die Schichten häufig gestört, ihre Gesteinsbeschaffenheit verändert, und zahlreiche Fragmente derselben in sich aufgenommen; bei Thizy durchschneidet er ein aus Schiefer- und Kalksteinschichten bestehendes Schichtensystem, wobei der Kalkstein im

Contacte mit dem Porphyr bis auf mehre Zoll Abstand Feldspathkrystalle enthält, ohne jedoch ausserdem verändert zu sein. Dufrénoy in der *Explic. de la carte géol. de la France*, *I*, *p*. 137 ff.

Fournet, welcher sich ausführlich mit den metamorphischen Einwirkungen der Porphyre auf schieferige Gesteine beschäftigt hat, spricht von prismatisch abgesonderten, gefritteten, halb geschmolzenen und vollständig geschmolzenen Schiefern (*Bull. etc. IV*, *p*. 234), nachdem er schon früher (*Ann. de chim. et de phys. t.* 60, *p*. 300) ihre von den quarzführenden Porphyren ausgegangene Imprägnation mit Feldspath, und manche andere, im Contacte mit diesen Porphyren zu beobachtende materielle Veränderungen als Beweise einer *fusion reciproque* darzustellen versucht hatte.

Einige andere hierher gehörige Erscheinungen sind bereits im ersten Bande S. 778 und 793 zur Erwähnung gebracht worden, weshalb nur noch bemerkt werden mag, dass die Einschlüsse von körnigem Kalkstein, deren unten in §. 387 gedacht werden soll, gleichfalls auf eine pyrogene Einwirkung der Porphyre zu verweisen scheinen, dafern die Interpretation richtig ist, dass solche Vorkommnise als grosse Fragmente sedimentärer Kalksteinschichten zu betrachten sind.

Für eine immer noch auffallend hohe Temperatur des porphyrischen Materiales sprechen aber insbesondere jene Veränderungen der Steinkohle, welche sich im Allgemeinen als eine mehr oder weniger weit gediehene Verkokung derselben bezeichnen lassen.

Steffens machte wohl zuerst auf derartige Veränderungen aufmerksam, welche im Waldenburger Steinkohlenrevier an einem vom Porphyr bedeckten Kohlenflötze beobachtet worden waren. Später wurde die Modalität dieser Veränderungen genauer von Karsten bestimmt, indem er 5 Varietäten solcher metamorphosirter Steinkohlen von drei verschiedenen Gruben einer chemischen Analyse unterwarf. Als Resultat dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass der Porphyr eine mehr oder weniger vollständige Verkokung der Steinkohle bewirkt hat, gerade so, wie sie bei der trockenen Destillation Statt finden müsste. Da nun ein solcher Erfolg nur in der Glühhitze und ohne Zutritt von atmosphärischer Luft eintreten konnte, so ergeben sich die Folgerungen von selbst, welche sich daraus für den Zustand ziehen lassen, in welchem sich der Porphyr zu der Zeit befand, als er das Steinkohlengebirge durchbrach. Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreiches, 1826, S. 162. Ueber die geognostischen Verhältnisse dieser interessanten Vorkommnisse sind wir aber besonders durch Zobel und v. Carnall belehrt worden. Auf der Fixsterngrube bei Altwasser ist der Porphyr in das Steinkohlengebirge eingedrungen, und hat sich daselbst als ein etwa 7 Fuss mächtiger Lagergang über einem Kohlenflötze abgelagert; er erscheint daselbst als Thonsteinporphyr, zeigt an der Gränze gegen die Kohle eine gewundene Farbenstreifung, und ist mit derselben fest verwachsen. Die Kohle ist eisenschwarz, halbmetallisch glänzend, ausgezeichnet dünnstängelig abgesondert, auf den Klüften buntfarbig angelaufen oder mit Eisenocker überzogen; diese Veränderung erstreckt sich auf 10 bis 20 Zoll tief einwärts, und überhaupt ist das Flötz überall unter dem Porphyr von anthracitartiger, und nur da von gewöhnlicher Beschaffenheit, wo der Porphyr fehlt. Ganz ähnlich sind die auf anderen Gruben beobachteten Veränderungen, weshalb denn die obigen von Karsten gezogenen

Folgerungen wohl gerechtfertigt erscheinen. Uebrigens stehen diese Erscheinungen aus Niederschlesien keinesweges isolirt da, indem aus mehren Steinkohlenrevieren Frankreichs, in welchen die Porphyre die Schichten der Kohlenformation durchbrochen haben, ganz ähnliche Verkokungen der Steinkohle berichtet worden sind.

§. 387. *Quarzgänge, Pechstein und Kalkstein in Verbindung mit Porphyren.*

Die quarzführenden Porphyre lassen, ausser der häufigen Verknüpfung mit denen, von und aus ihnen selbst gebildeten Breccien, besonders häufig eine Association mit quarzigen Gesteinen, nämlich mit Gangbildungen erkennen, welche vorwaltend aus krystallinischem Quarz und aus Hornstein bestehen, bisweilen aber auch Chalcedon, Achat, Amethyst und Eisenerz führen.

Wie nämlich diese Porphyre so häufig von drusigen Quarztrümern durchschwärmt oder von kleineren Quarzgängen regelmässig durchzogen werden, so findet man nicht selten, dass sie auch mit mächtigen Quarzgängen in einem sehr genauen Zusammenhange stehen, indem dergleichen Gänge entweder dicht neben Porphyr-Gängen und Stöcken hinlaufen, oder, sich unmittelbar an sie anschliessend, in die Verlängerung derselben fallen. Gewöhnlich haben sie auf die zunächst angränzenden Theile des Porphyrs eine Einwirkung ausgeübt, welche sich bald als eine gleichmässige Imprägnation mit Kieselerde, bald als eine vielfache Durchtrümerung mit Quarz- und Hornsteinadern zu erkennen giebt.

Diese quarzigen Begleiter der Porphyre lassen vermuthen, dass vorweltliche, an Kieselerde reiche Mineralquellen auf denen, durch die Porphyrgänge geöffneten Spalten und Rissen der Erdkruste ihren Ausgang fanden, und Quarz, Hornstein und Achat absetzten, bis endlich die Ausflusscanäle gänzlich verstopft waren*).

Im Sächsischen Erzgebirge finden sich mehre sehr ausgezeichnete Beispiele solcher Bildungen, von denen wir nur einige anführen wollen. Südöstlich von Augustusburg setzt genau auf der Gränze des Gneisses und Thonschiefers ein Porphyrgang auf, welcher im Kunnersteine aufragt, und grossentheils als Felsenkamm von NW. nach SO. hin zu verfolgen ist. Weiterhin aber setzt dieser Gang, zwar nicht mehr als Porphyr, aber doch als ein mächtiger Quarz- und Hornsteingang in den Gneiss hinein, und läuft als solcher

*) Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dass viele dieser Mineralquellen auch die Kieselerde zur Bildung gewisser Sandsteinformationen geliefert haben, in denen sich ja, wie z. B. in der Buntsandsteinformation, so häufig eine völlig krystallinische Ausbildung der Sandsteine kund giebt.

noch über $^1/_2$ Stunde weit fort. Im oberen Theile des tiefen Grabens tritt er als schroffer Felsenkamm heraus, und besteht daselbst aus eisenschüssigem dichtem Quarz und Hornstein, der oft zerbrochen und dann durch krystallisirten Quarz oder durch faserigen Amethyst wiederum verkittet ist, wodurch bisweilen sehr schöne drusige Sphärengesteine gebildet werden, in deren Drusenräumen sich mitunter etwas Talk vorfindet. In der Nähe des Kunnersteins trifft der Quarzgang mit dem dasigen Porphyrgange zusammen, worüber zwar nichts Deutliches zu beobachten ist; indessen lässt sich nach den daselbst häufig vorkommenden Stücken eines, aus Porphyrfragmenten und aus krystallinischem Quarze bestehenden Brockengesteins vermuthen, dass der Quarzgang etwas jünger sein muss, als der Porphyrgang. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, II, S. 84. — Der bekannte Achatgang von Schlottwitz im Müglitzthale steht im genauesten Zusammenhange mit ein paar dortigen Porphyrstöcken, deren einer von ihm durchschnitten, der andere von ihm nur berührt wird. Der langgestreckte Porphyrstock, welcher auf der Höhe des Gneissgebirges, westlich von Reichstädt (unweit Dippoldiswalde) in nordöstlicher Richtung zu Ende geht, keilt sich dort förmlich mit einem mächtigen Quarzhornsteingange aus, welcher an seinem südlichen Ende unmittelbar in den Porphyr eingreift, nach Norden aber aus ihm heraustritt, und endlich zur Ausspitzung gelangt. Section XI der geogn. Charte von Sachsen.

Ganz ähnliche Erscheinungen wiederholen sich am Harze und im Schwarzwalde. Quarz, hin und wieder in mächtigen Gängen, deren Ausgehendes bedeutende Felsenmassen bildet, zeigt sich nach Hausmann an mehren Stellen in der Nähe des Harzer grauen Felsitporphyrs; unter anderen vorzüglich ausgezeichnet in der Gegend der Tragfurter Brücke, und auch weiter abwärts zu beiden Seiten der Bude. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 123. — Von grosser Wichtigkeit, sagt Daub, sind für die Porphyrgebilde des Münsterthales im Schwarzwalde die nicht seltenen gangförmigen Quarz-Lagerstätten, welche entweder als selbständige Gänge in der Nähe und in der verlängerten Richtung der Porphyrgänge, oder als Contactgebilde zwischen ihnen und dem Gneisse, oder als die theilweisen Ausgehenden der Porphyrgänge auftreten, in allen diesen Fällen aber als Kämme oder als isolirte Felspartieen aus der Oberfläche hervorragen. An einigen Stellen umschliesst der Quarz eckige Fragmente von Gneiss und Porphyr, welche letztere beweisen, dass er dem Porphyr im Alter nachsteht. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 12.

Am Thüringer Walde treffen wir dieselbe Association zwischen Porphyr und Quarzgebilden. Heim beschreibt z. B. ein dergleichen Gebilde, welches zwischen Porphyr und Granit auftritt, und beschliesst seine Schilderung mit der Bemerkung, dass dieses Quarzlager, wie er es nennt, gleichsam eine Rinde bilde, welche den vom Inselberge ausgehenden Porphyrzug in allen seinen Abtheilungen und Verzweigungen, bald mächtiger, bald schmäler, auch stellenweise gänzlich unterbrochen, begleitet und von den Gesteinen der granitischen Familie absondert. Geologische Beschreibung des Thüringer Waldgebirges, II, Abth. 1, S. 164 ff. Ebenso bemerkt Dufrénoy, dass in der Kette des Forez die Gränze der Porphyre gegen den Granit meist durch Quarzgänge bezeichnet werde, wofür Grüner einige specielle Beispiele anführt. Bei Saint-Priest-la-Prugne setzen, genau auf der Gränze des quarzführenden Porphyrs und Granites, Gänge von Quarz und Achat auf. Bei Combanouze

und an vielen anderen Punkten findet dasselbe Statt, und oberhalb Saint-Thurin zieht ein solcher Quarzgang wie eine Mauer fast 2000 Meter weit parallel im Thale fort, beständig zwischen Granit auf der einen, und Porphyr auf der anderen Seite. *Ann. des mines*, 3. *série*, *I*, *p*. 106 ff.

Associationen der Porphyre mit gangförmigen Lagerstätten von Eisenerz oder Manganerz sind gleichfalls in manchen Gegenden bekannt, und die ersteren schliessen sich bisweilen unmittelbar an die so eben betrachteten quarzigen Gesteinsgänge an.

Die so häufige Imprägnation des Nebengesteins mit Eisenoxyd, und die rothen, eisenschüssigen Lettenbestege sind die ersten Glieder einer Reihe von Bildungen, welche mit vollständig entwickelten und z. Th. mächtigen Rotheisenerzgängen beschliesst. Die vorhin erwähnte Quarzbildung an der Seite des Inselberger Porphyrzuges ist neben dem Porphyr oft reich an Eisenoxyd, welches theils den Quarz roth färbt, theils als förmlicher Eisenstein concentrirt ist. Die Rotheisenerzgänge von Lauterberg am Harze stehen nach Hausmann in einer genauen Beziehung zu dem dortigen rothen Felsitporphyr, in dessen Nähe auch die angränzende Grauwacke oft auf bedeutende Distanzen eine rothbraune Färbung zeigt.

Der Pechstein tritt so häufig entweder in dem Gebiete, oder doch in der Nachbarschaft von Porphyr-Ablagerungen auf, dass er wohl in den meisten Fällen mit gewissen Porphyrformationen zu vereinigen, und nur in wenigen Fällen als eine selbständige Formation zu betrachten sein dürfte. Andere Gesteine dieses Namens mögen vielleicht richtiger zu der Melaphyr- und noch andere zu der Trachytformation gehören*).

Das Meissener Porphyr-Territorium in Sachsen ist eine classische Region für das Vorkommen des Pechsteins. Derselbe bildet dort nicht nur mächtige Gänge, welche die übrigen Porphyre durchschneiden, sondern auch andere Gebirgsglieder von mehr horizontaler Ausbreitung, und steht mit einer sehr ausgedehnten Ablagerung eines weissen bis hellgrünen, porphyrähnlichen Thonsteins oder Felsites in so inniger Verbindung, dass er von derselben gar nicht getrennt werden kann. Im Tharander Walde unweit Spechtshausen, in Mohorn zwischen Freiberg und Dresden, so wie bei Rottluf unweit Chemnitz scheint der Pechstein als

*) So z. B. der durch seine prächtigen Felsen und seine schönen Säulen berühmte Pechstein des *Scuir of Egg* auf der Insel Egg, welcher, wie Necker de Saussure bemerkt, von Jameson nur sehr uneigentlich mit dem Namen Pechstein belegt worden ist, und eben so der Pechstein vom Weisselberge bei Oberkirchen in der Pfalz, von welchem schon Steininger sehr richtig erkannte, dass er kein Pechstein sei, was später durch Bergemann bestätigt worden ist. Ueberhaupt können die hyalinen Gesteine ganz verschiedener eruptiver Formationen oftmals eine so grosse Aehnlichkeit besitzen, dass man sich nicht wundern kann, wenn sie bisweilen unter demselben Namen aufgeführt worden sind, obwohl sie verschiedenen Bildungen angehören.

gangförmiges Gebilde mitten im Porphyr aufzutreten. Bei Neudörfel unweit Zwickau bildet er nach v. Gutbier ein effusives Lager, welches den Schichten des Rothliegenden ziemlich regelmässig eingeschaltet ist. Eben so scheint nach Necker de Saussure das schöne, 12 Fuss mächtige und auf mehre hundert Fuss Länge entblöste Pechsteinlager am Fusse des Berges Dunfeune bei Brodick auf der Insel Arran, im Sandsteine zu liegen, während am Irsaflusse zwei Pechsteingänge den Sandstein durchschneiden.

Die meisten Pechstein-Vorkommnisse des Meissener Porphyr-Territoriums sind mit dem erwähnten Thonsteine vergesellschaftet, welchen man wegen dieser Association füglich Pechstein-Felsit nennen kann. Dieser Pechsteinfelsit ist gewöhnlich gelblichweiss und grünlichweiss bis licht berggrün, selten röthlichweiss bis licht fleischroth, oder blaulichweiss bis lavendelblau; wobei die rothen und die blaulichen Farben meist in gewolkter, geaderter, gestreifter oder gefleckter Farbenzeichnung innerhalb der herrschenden Farben auftreten. Im Bruche ist das Gestein sehr uneben bis unvollkommen muschlig, erdig bis splitterig und matt; es ist weich bis quarzhart, dicht und bisweilen poros, ohne alle Parallelstructur, ganz regellos zerklüftet, zerspringt und zerfällt in ungestaltete, eckige und knorrige Bruchstücke, erscheint mitunter porphyrartig durch sparsame Quarzkörner, zeigt sich nicht selten von feinen Chalcedon- oder Hornsteinadern durchschwärmt, oder mit Kieselerde imprägnirt, und bisweilen mit kleinen Cavitäten versehen, deren Wände von Quarz überdrust sind. Dieser Felsit zeigt nun in seinen dichteren Varietäten ganz entschiedene Uebergänge in Pechstein; die Farbe wird licht wachsgelb oder olivengrün, der Bruch muschlig, es stellt sich ein schwacher Fettglanz ein, und es entstehen Mittelgesteine, welche sich durch allmälige Verdunkelung der Farbe und Verstärkung des Glanzes an den wirklichen Pechstein anschliessen. Hieraus und aus dem beständigen Zusammenvorkommen des Pechsteins und des Pechsteinfelsites ergiebt sich die bereits von Beudant erkannte Zusammengehörigkeit beider Gesteine zu einer und derselben Bildung. Bei Gross-Kagen und nördlich von Alt-Robschütz umschliesst der Pechsteinfelsit viele Fragmente und Geschiebe von Porphyr, bildet daher förmliche Porphyrconglomerate, und zeigt auch dann eine Schichtung, welche ausserdem in der Regel vermisst wird.

Diese beiden Gesteine erscheinen nun theils in gangartigen Gebirgsgliedern, theils in deckenartigen Ausbreitungen, welche letztere gewöhnlich vorwaltend von Pechsteinfelsit gebildet werden. Auch scheint es, dass dieser letztere als der Vorläufer der eigentlichen Pechstein-Eruptionen zu betrachten ist, und dass seine Massen schon abgelagert waren, als die letzten Ausbrüche Statt fanden, deren Material, in Folge einer sehr raschen Erkaltung, als Pechstein erstarrte.

Das ausgezeichnetste gangartige Vorkommen des Pechsteins ist dasjenige, welches bei dem Buschbade, am linken Gehänge des Triebischthales in den schroffen Felsen des Gottersteines aufragt, und sich von dort aus auf demselben Ufer der Triebisch nordwärts bis in die Nähe des hohen Eifert, auf dem rechten Ufer dagegen südwärts bis über das Hermsenloch verfolgen lässt. Seine bekannte Längenausdehnung beträgt gegen 4500, seine Mächtigkeit aber am

Gottersteine etwa 350 F. Auf seiner Ostseite wird dieser Gang wohl durchgängig von dem blauen quarzfreien Porphyr, auf der Westseite dagegen grösstentheils vom quarzführenden gestreiften Porphyr begränzt, von welchem er nur am Gottersteine durch einen schmalen Streifen quarzfreien Porphyrs getrennt wird. Da die Ausstreichungslinien der Gränzflächen an dem steilen Abhange des Gottersteins fast genau dasselbe Streichen haben, wie der Gang selbst, so muss er fast senkrecht zwischen beiden Porphyren aufsetzen; auch lässt der Pechstein im Contacte mit dem blauen Porphyr eine sehr steile, plattenförmig-schalige Structur erkennen; der nächste Porphyr ist dicht, hart, klingend, und zeigt eine ähnliche Absonderung.

Die bedeutendste Ablagerung des Pechsteins liegt jedoch bei den Dörfern Ober-Garsebach und Ober-Semmelberg; sie erreicht eine Breite von fast 2000 Fuss, und wird auf der Westseite von Pechsteinfelsit begleitet, in welchen sie deutlich übergeht. Der Pechstein erscheint oft in mächtige schichtenähnliche Bänke abgesondert, welche 20° in NNO. einfallen, und dem Felsite aufzuliegen scheinen, was auf ein einseitiges Ueberströmen des aus einer Gangspalte hervorgebrochenen Pechsteins schliessen lässt. Diese Spalte liegt an der östlichen Seite der ganzen Ablagerung, wo der Pechstein an den gestreiften quarzführenden Porphyr angränzt, dessen Platten daselbst 70° in Ost fallen, was in einer gewaltsamen, durch den Pechstein bewirkten Aufrichtung begründet sein dürfte.

Am Kuhberge, südlich von Wachtnitz, bildet der Pechstein eine 5 bis 6 Ellen mächtige Decke über weissen und berggrünen Bänken des Pechsteinfelsites, welcher ganz unten in eine kaolinartige Masse übergeht; wie denn dasselbe Gestein bei Seilitz vollständig zu Kaolin zersetzt ist, welcher daselbst einen Gegenstand der Gewinnung bildet.

Als einer seltenen Erscheinung müssen wir noch des Vorkommens von Kalkstein im Porphyr gedenken. Man kennt dergleichen im Forez und an einigen anderen Punkten in Frankreich so wie auf der Insel Hochland. Diese Vorkommnisse erscheinen meist wie Gänge oder Schichten, welche jedoch gewöhnlich nicht weit fortsetzen, sondern sehr bald mit voller Mächtigkeit zu Ende gehen. Sie bestehen aus körnigem Kalkstein, zeigen an ihren Gränzflächen oftmals Breccien, gebildet aus Kalksteinfragmenten und Porphyrtaig, und dürften wohl als colossale Fragmente sedimentärer Kalksteinschichten zu deuten sein, welche vom Porphyr losgesprengt, mit fortgerafft und mehr oder weniger metamorphosirt worden sind.

Die Porphyre des Forez halten an mehren Punkten dergleichen gangähnlich erscheinende Kalksteinmassen; so z. B. bei l'Hôpital, bei dem Weiler de Colet, bei Noire-Etable, Saint-Thurin, Soulagette und Champoly. An diesem letzteren Orte ist der 60° in W. fallende Gang über 400 Meter weit aufgeschlossen, meistentheils über 10 Meter mächtig, und wird am hangenden Salbande von einer porphyrischen Kalksteinbreccie begleitet; der Kalkstein selbst ist weiss, sehr feinkörnig, und umschliesst grosse Blöcke eines dunkelfarbigen, schiefrigen, mit grünen talkigen Klüften versehenen Gesteins. Bei

la-Bombarde setzt ein 8 Meter starker Gang von krystallinischem Kalkstein im Porphyr auf; auch er zeigt mit grünem Steatit erfüllte Klüfte, an beiden Salbändern aber die erwähnte Breccie. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 134 ff. — Nach Charmasse kommt auch im Morvan bei Champ-Robert eine Marmorschicht im Porphyr vor. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, II, p.* 752. — Das Vorkommen von der Insel Hochland hat uns E. Hofmann kennen gelehrt. Dort findet sich am Vorgebirge Skipperniemi im Porphyr eine aus 7 bis 8 Schichten bestehende, 4 Fuss mächtige und 10 Fuss lange, krystallinisch-späthige Kalksteinmasse, welche im Contacte mit dem Porphyr Brocken desselben umschliesst, übrigens aber fest mit ihm verwachsen ist. Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches von v. Baer und Helmersen, IV, S. 113, und daraus in Leonhard's Werke, die quarzführenden Porphyre, S. 177. — Hieran schliessen sich die Erscheinungen, welche ein Durchbruch des Porphyrs durch den körnigen Kalkstein bei Rodeland, am nördlichen Abfalle des Riesengebirges beobachten lässt; der Porphyr breitet sich kuppenförmig über dem Kalkstein aus, greift aber auch mit gangartigen Apophysen in denselben ein; die krummflächig ausgebuchteten Gränzflächen aber sind mit einer aus Kalkstein- und Porphyrbrocken gebildeten Rinde überzogen. Lütke und Ludwig in Karstens Archiv, XI, S. 265.

§. 388. *Verschiedene Formationen quarzführender Porphyre.*

Die quarzführenden Porphyre hatten sehr verschiedene Eruptions-Epochen und bilden daher auch sehr verschiedene Formationen. Wo sie im Gebiete von Gneiss, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Granit, Syenit u. dgl. vorkommen, da erweisen sie sich stets jünger als diese Gesteine, indem sie solche gangförmig durchsetzen. Die meisten Porphyre sind aber auch jünger als die Uebergangsformation, obwohl es gewisse Porphyre giebt, welche, als gleichzeitige Bildungen, während der Periode der silurischen und devonischen Formation hervortraten. Die drei Perioden der carbonischen, der permischen und der triasischen Formation sind es jedoch, in welchen sich die meisten Porphyr-Eruptionen ereigneten; das Maximum ihrer Entwickelung aber dürfte in den Anfang der permischen Periode fallen.

Nach Sedgwick sind in Cumberland und Westmoreland den Schiefern der Untersilurformation sehr zahlreiche Porphyrlager eingeschaltet, welche ihren Lagerungsverhältnissen zufolge nur als gleichzeitige Bildungen, d. h. als effusive Lager betrachtet werden können. Aehnliche Lager in den gleichfalls untersilurischen Schiefern von Caernarvonshire werden von Davis für intrusive Lager erklärt.

Das von Elie de Beaumont als brauner Porphyr (*porphyre brun*) aufgeführte Gestein, welches im südlichen Theile der Vogesen eine nicht unwichtige Rolle spielt, und seines sparsamen Quarzgehaltes wegen den quarzfreien Porphyren sehr nahe steht, ist nach diesem ausgezeichneten Geologen älter als die Steinkohlenformation, und fällt in die Periode der devonischen Formation.

Die tiefsten, rothgefärbten Sandsteine und Conglomerate der südrussischen Steinkohlenformation liegen in dem Profile von Karakuba nach Marchinsk auf rothem Porphyr, welcher offenbar älter sein muss, da die Conglomerate von seinen Geschieben ganz erfüllt sind. *The Geology of Russia*, *p.* 93. Das Steinkohlenbassin von Autun und Epinac, welches am Fusse der Granit- und Porphyrberge des Morvan liegt, enthält in seinen Schichten unter anderen Geschieben auch solche von quarzführendem Porphyr, obwohl es von Gängen eines anderen Porphyrs durchschnitten wird; dasselbe ist der Fall mit den Conglomeraten des Bassins von Sincey; folglich muss es dort dergleichen Porphyre gegeben haben, welche der Steinkohlenformation vorausgegangen sind. Das Kohlenbassin von Littry liegt im Walde von Cerisy und anderwärts mit horizontalen Schichten auf demselben quarzführenden Porphyr, dessen Gerölle sehr zahlreich in seinen Conglomeraten vorkommen*).

Die Eruption des Porphyrs zwischen Oederan und Chemnitz in Sachsen fällt mitten in die Periode der Steinkohlenformation, welche durch ihn ganz regelmässig in zwei besondere Etagen getrennt wird; die ihn unmittelbar unterteufende Ablagerung eines sehr groben Gneissconglomerates verweist uns auf sehr stürmische Ereignisse und auf gewaltige Alluvial-Operationen, welche dem Ausbruche des Porphyrs vorausgegangen sein müssen.

Die Porphyre des grossen Porphyr-Territoriums im Leipziger Kreise sondern eben so das Rothliegende in zwei Etagen, welchen sie ganz regelmässig eingelagert sind, zum Beweise, dass ihr Material nach der Bildung der unteren Etage hervorgebrochen und über dieser als eine mächtige effusive Decke ausgebreitet worden ist. Eben so scheinen die meisten Porphyre des Thüringer Waldes, Niederschlesiens und des Harzes in die Periode des Rothliegenden zu fallen. Dagegen ist die Bildungs-Epoche der Porphyre des Breuschthales in den Vogesen zwischen das Rothliegende und die Buntsandsteinformation zu setzen. Auch die grosse Porphyrbildung des südlichen Tyrol scheint der Buntsandstein-Formation unmittelbar vorausgegangen zu sein. — Die Porphyre des Esterel in der Provence haben sich nach Coquand während der Periode der Buntsandstein-Formation gebildet; ihre Eruptionen müssen sich eine Zeit lang wiederholt haben, da manche Schichten des Sandsteins viele Porphyrgeschiebe enthalten, desungeachtet aber von Porphyrgängen durchschnitten und von Porphyrkuppen überlagert werden. Besonders schön ist die Mitwirkung der Porphyre bei der Bildung des Buntsandsteins am Berge von Roquebrune zu beobachten, wo ein ganz allmäliger Uebergang aus dem Porphyrconglomerat und Porphyrpsammit in den gewöhnlichen Sandstein im Streichen der Schichten vorliegt.

Die einzigen in Europa bekannten Beispiele von Porphyren, welche jünger als die Triasformation sind, liefern nach Studer die Porphyre von Davos in Bündten und von der kleinen Windgelle in Uri, da solche mit dem Kalkstein der Juraformation in so enger Verbindung stehen, dass ihre Eruptions-Epoche in die Periode dieser Formation oder noch später fallen muss. Nach Darwin

*) Da das Bassin von Littry wahrscheinlich der permischen Formation angehört (S. 651), so beweisen diese Erscheinungen doch wenigstens so viel, dass der betreffende Porphyr älter als diese Formation ist.

umschliesst die zu der Kreideformation gehörige Thonschieferbildung des Feuerlandes an der Ostseite des Ponsonby-Sundes viele hundert Lagergänge von Porphyr, welche intrusive Lager sein sollen, und daher jünger sein müssten, als die Kreideformation. *Geol. Observ. on South America, p.* 152. Sollten übrigens die Granite der Insel Elba wirklich jünger sein als die dortige Macignobildung, so würde Dasselbe noch weit mehr von den dortigen Porphyren gelten.

Wenn sich schon aus ihren Beziehungen zu den sedimentären Formationen ergiebt, dass den quarzführenden Porphyren sehr verschiedene Eruptions-Epochen zukommen, und dass folglich viele Porphyrformationen unterschieden werden müssen, so findet diese Folgerung ihre volle Bestätigung in den gegenseitigen Beziehungen der Porphyre selbst, indem gar häufig verschiedene Porphyre beisammen vorkommen, welche in ihren geotektonischen Verhältnissen die evidentesten Beweise ihres wirklich verschiedenen Alters erkennen lassen. Es sind besonders die gangförmigen Gebirgsglieder und die Einschlüsse von Fragmenten einer Porphyrart innerhalb einer anderen, welche die entscheidensten Kriterien einer solchen Altersverschiedenheit liefern; Kriterien, die übrigens auch bei der gegenseitigen Altersbestimmung der Porphyrite und der Melaphyre zu den quarzführenden Porphyren ihre Anwendung finden.

Ob man nun in solchen Fällen, da in einem und demselben Territorio zwei, drei oder mehre Porphyrarten als successive Bildungen erkannt worden sind, sie als eben so viele, wesentlich verschiedene Porphyr-Formationen, oder nur als verschiedene Glieder einer und derselben Formation betrachten und anerkennen will, das hängt freilich davon ab, in welcher Ausdehnung das Wort Formation überhaupt bei eruptiven Gesteinen genommen werden soll. Bei der oft grossen und sehr constanten petrographischen Verschiedenheit, welche die verschiedenen Porphyre eines und desselben Territoriums zeigen, möchte es vielleicht gerathen sein, für sie den Begriff der Formation eher in einem zu engem, als in einem zu weiten Sinne geltend zu machen, und daher nur solche Porphyre zu einer Formation zu vereinigen, welche sich, bei wesentlich übereinstimmender mineralischer Zusammensetzung und petrographischer Beschaffenheit, auch durch ihre geotektonischen Verhältnisse als die Producte einer und derselben Eruption zu erkennen geben.

Ueberhaupt hat man es ja bei eruptiven Gesteinen nicht sowohl mit Bildungsperioden, als mit Bildungsepochen zu thun, weil es doch immer nur verhältnissmässig sehr kurze Zeiträume waren, innerhalb welcher ihre Bildung, d. h. die Eruption und Ablagerung ihres Materials bewerkstelligt worden ist. Nur dann, wenn sich die Eruptionen eines und desselben Materials

vielfach und lange hinter einander wiederholt haben, lässt sich von einer Bildungsperiode des betreffenden eruptiven Gesteins sprechen. Solche Repetitionen scheinen aber bei den Porphyren weniger Statt gefunden zu haben, als bei den Basalten, Trachyten und Laven.

Obgleich sich nun voraussetzen lässt, dass ein und dasselbe porphyrische Material gleichzeitig oder doch beinahe gleichzeitig an vielen Punkten der Erdoberfläche hervorgetreten ist, so macht es doch die Verschiedenheit des petrographischen Habitus der Felsitporphyre äusserst schwierig, die in verschiedenen, von einander entfernten Gegenden vorkommenden Porphyrformationen mit einander zu vergleichen und zu identificiren. Daher sind denn auch bis jetzt zwar in gewissen einzelnen Territorien die daselbst vorhandenen Porphyre ziemlich genau nach ihrem gegenseitigen Alter erkannt worden, während eine solche Erkenntniss für die Porphyre verschiedener und zumal weit entlegener Territorien noch nicht mit der gehörigen Sicherheit verbürgt erscheint. Die wichtigsten Argumente bei solchen Vergleichungen werden immer in den Verhältnissen der Porphyre zu den verschiedenen Sedimentformationen und in ihren gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen zu suchen sein, während die allgemeine petrographische Aehnlichkeit gleichfalls eine wesentliche Berücksichtigung erfordern dürfte.

In Sachsen lassen sich innerhalb des Meissener Porphyr-Territoriums wenigstens vier Porphyrformationen unterscheiden. Ausser zwei verschiedenen quarzführenden Porphyren tritt auch ein, gewöhnlich quarzfreier Porphyr und endlich der mit dem Pechstein verbundene weisse Felsit auf. Der älteste quarzführende Porphyr ist licht fleischroth, ausgezeichnet schieferig oder gestreift, oft plattenförmig abgesondert und geschichtet, umschliesst fast nur sparsame kleine Quarzkörner und Glimmerschuppen, tritt in grosser Verbreitung auf, und ist am besten in den Felsen und Steinbrüchen bei dem Dorfe Dobritz entblöst, weshalb er der Dobritzer Porphyr heissen mag. Ein jüngerer quarzführender Porphyr ist röthlichbraun, reich an grossen Feldspathkrystallen und Quarzkörnern, und bildet nördlich und nordwestlich von Meissen mehre sehr deutliche Gänge, welche im Granite aufsetzen, an dem sie so scharf abschneiden, dass man nicht begreift, wie hier von Uebergängen aus dem einen Gestein in das andere gesprochen werden konnte; wir wollen ihn nach dem Dorfe Zehren, als einem ausgezeichneten Punkte seines Vorkommens, den Zehrener Porphyr nennen. Der theils blauliche, theils braune, gewöhnlich quarzfreie, aber glimmerreiche Porphyr oder Porphyrit ist gleichfalls sehr verbreitet, bildet aber auch viele Gänge, welche den Dobritzer Porphyr durchschneiden, während einer derselben bei der sogenannten Drossel von einem Gange des Zehrener Porphyrs durchschnitten wird; woraus sich denn ergiebt, dass die Eruptions-Epoche dieses Porphyrites zwischen die Epochen des Dobritzer und des Zehrener Porphyrs fällt. Ausser diesen drei Porphyren erscheint nun auch der Pechsteinfelsit in nicht unbedeutender Verbreitung und in so inniger Verbindung mit dem eigent-

lichen Pechstein, dass beide Gesteine unmöglich getrennt, sondern höchstens als verschiedene Glieder einer und derselben Formation betrachtet werden können, welche als die jüngste der dortigen Porphyrformationen charakterisirt ist. — Der blaue quarzfreie Porphyrit des Meissener Porphyr-Territoriums ist derselbe, welcher sich auch weiter südlich, von Wilsdruff über Kesselsdorf bis nach Pottschappel in das Bassin der Döhlener Steinkohlenformation und des Rothliegenden erstreckt. Bedenkt man nun, dass das Rothliegende zwischen Dresden und Rabenau, auf den Höhen des Göligberges und Wachtelberges, von einem quarzführenden Porphyr überlagert wird, welcher sich mit keinem der Porphyre des Meissener Territoriums identificiren lässt, so gelangt man zu der Folgerung, dass auf dem linken Elbufer, in dem Striche von Zehren bis Possendorf, nicht weniger als fünf verschiedene Porphyrformationen zu unterscheiden sind.

Die im Erzgebirge, zwischen Tharand, Freiberg, Frauenstein, Graupen, Liebstadt und Dippoldiswalde so verbreiteten Porphyre gehören drei verschiedenen Formationen an *). Zuvörderst müssen nämlich die, unter den steinkohlenführenden Sandsteinen von Schönfeld und Bärenfels liegenden grünlichgrauen Porphyre von denen über diesen Schichten liegenden rothen Porphyren unterschieden werden, welche letztere den mächtigen, von Dippoldiswalde bis Teplitz laufenden Porphyrzug, den Tharander Wald, und die zahlreichen, in dem Landstriche von Liebstadt über Dippoldiswalde und Frauenstein nach Freiberg gelegenen Stöcke und Gänge bilden. Endlich ist noch, als jüngste Formation, der Granit- und Syenitporphyr zu erwähnen, welcher in drei bedeutenden Gängen oder Zügen auftritt, von denen der östliche und zugleich mächtigste an der Gränze des Dippoldiswalda-Teplitzer Felsitporphyrzuges hinläuft, welchen er auf dem südlichen Abfalle des Erzgebirges in der Form eines schmalen Ganges durchschneidet, während er bei Glashütte vier, von demselben nach Osten auslaufende Felsitporphyrgänge von ihm abschneidet. Section XI der geognost. Charte des Königr. Sachsen. Es ist schwer zu sagen, ob eine, und welche von diesen drei Porphyrbildungen des Erzgebirges mit einer von den bei Meissen auftretenden Porphyrformationen identisch ist. Der petrographischen Aehnlichkeit nach würde wohl noch am ersten der Zehrener Porphyr mit dem weit verbreiteten Porphyr von Dippoldiswalde, Altenberg und Teplitz zu vergleichen sein.

Im Gebiete des Erzgebirgischen Bassins sind mit Sicherheit zwei verschiedene Porphyrformationen zu unterscheiden; nämlich der rothe Porphyr von Flöha, welcher der Steinkohlenformation eingelagert, und der braune Porphyr von Furth, Rottluf und Nutzung, welcher dem Thonsteine des Rothliegenden aufgelagert ist. Wahrscheinlich gehört der erstere Porphyr, welcher auch bei Augustusburg auftritt, mit den weit verbreiteten Felsitporphyren des Erzgebirges zu einer und derselben Formation. Der braune Porphyr dagegen scheint mit dem Pechsteine von Zwickau sehr nahe zusammenzufallen.

*) Der Pechstein, welcher im Tharander Walde und in Mohorn bekannt ist, würde noch als eine vierte Bildung abzusondern sein. Der Mohorner Thonsteinporphyr aber hat grosse Aehnlichkeit mit dem Dobritzer Porphyr.

Die grosse Porphyr-Ablagerung des Leipziger Kreises, welche so entschieden dem Rothliegenden eingelagert ist, und in dieser Hinsicht ungefähr dieselbe bathrologische Stellung behauptet, wie der Porphyr von Furth und Rottluf, lässt in ihrem Gebiete noch einige andere Porphyrbildungen erkennen, von denen die eine, ein ausgezeichneter Granitporphyr, in dem Striche von Wurzen nach Nerchau, so wie bei Brandis und Beucha ziemlich verbreitet ist. Dieser Granitporphyr bildet bei Ammelshain einen mächtigen Gang im Felsitporphyr, und ist also jünger, als dieser. Am Tummelberge oberhalb Wurzen wird aber der Granitporphyr selbst von einem merkwürdigen, hufeisenförmig gekrümmten Gange eines erbsengelben Felsitporphyrs durchschnitten, welcher daher eine noch jüngere Bildung repräsentirt, die jedoch bis jetzt nur an diesem einzigen Punkte bekannt ist. Bei Arras und Korbitzsch, nordwestlich, so wie bei Wendishain und Lauschka, südöstlich von Leissnig, treten weisse Porphyre auf, welche sich sehr auffallend von den herrschenden dunkelrothen Porphyren der dortigen Gegend unterscheiden, an denen sie auch bei Arras sehr scharf abschneiden, woselbst sie in einen weissen Felsit übergehen, der Geschiebe des rothen Porphyrs umschliesst. Ferner erscheint bei Ebersbach, zwischen Lausigk und Rochlitz, so wie bei Korbitzsch und Queckhain unweit Leissnig, etwas Pechstein, welcher wenigstens an letzterem Orte so scharf am rothen Porphyr abschneidet, dass er wohl als eine selbständige Bildung zu betrachten ist, während er sich bei Korbitzsch mit dem weissen Porphyr sehr nahe verbunden zeigt; was an die Verhältnisse im Meissener Territorium erinnert. Endlich ist noch der Porphyr von Frohburg zu erwähnen, welcher anscheinend über dem Rothliegenden gelagert, und auch in petrographischer Hinsicht dem vorerwähnten Porphyre des Wachtelberges und Göligberges sehr ähnlich ist.

Diess sind die wichtigsten Resultate, welche sich bis jetzt in Sachsen über die daselbst vorhandenen Porphyrbildungen aufstellen lassen.

Bei Halle haben v. Veltheim und Hoffmann schon lange zwei verschiedene Porphyre, einen älteren und einen jüngeren, oder richtiger, einen unteren und einen oberen unterschieden. Licht röthlichgraue Farbe und Vorherrschen der Grundmasse über die Einsprenglinge charakterisiren den unteren, dunkel braunrothe Farbe und Vorwalten der Einsprenglinge charakterisiren den oberen Porphyr. Jener enthält in seiner Grundmasse einzelne, aber oft bis zollgrosse, scharf begränzte Feldspathkrystalle, welche theils fleischroth und frisch, theils gelblichweiss und mehr oder weniger zersetzt, und als Orthoklas und Oligoklas verschieden sind; ausserdem noch Krystalle oder Körner von Quarz, und sehr sparsame Schuppen von Glimmer oder Chlorit. Er bildet die Hauptmasse des Hallischen Porphyr-Territoriums von Dölau bis Löbejün und tritt auch bei Landsberg auf. Der obere Porphyr ist in seiner Grundmasse ganz erfüllt mit vielen kleinen Krystallen derselben beiden Feldspath-Species und mit Quarzkörnern, und umgiebt den unteren Porphyr in oft bedeutenden Ablagerungen. Obgleich nun diese beiden Porphyre bisweilen solche Lagerungsverhältnisse zeigen, dass die von Hoffmann zu ihrer Unterscheidung gewählten Prädicate unterer und oberer Porphyr gerechtfertigt erscheinen, so hat doch Andrae neulich auf einige gangartige Durchsetzungen des oberen Porphyrs durch den unteren aufmerksam gemacht, welche beweisen dürften, dass ihr Altersverhältniss das entgegengesetzte von dem

ist, welches v. Veltheim aus jenen Lagerungsverhältnissen erschliessen zu können glaubte*). Jedenfalls ist aber wohl so viel gewiss, dass der untere Porphyr, eben so wie der obere, erst nach der Bildung der Steinkohlenformation hervorgetreten ist, obgleich man früher für jenen die gegentheilige Ansicht geltend zu machen suchte.

Am Thüringer Walde unterscheidet Credner sechs verschiedene Porphyre, deren relatives Alter wohl noch nicht genau festgestellt ist, welche aber höchst wahrscheinlich eben so vielen verschiedenen Formationen angehören. Die erste Porphyrbildung tritt an der nordwestlichen Gränze des Schiefergebirges bei Fehrenbach auf, zeichnet sich durch ihre ziegelrothe, feldspathreiche, dichte Grundmasse aus, in welcher sich die Quarzkörner mehr bemerkbar machen als die Feldspathkörner; an ihrer Gränze gegen den Thonschiefer entfaltet sie eine flaserige oder blätterige Structur. Die zweite Abänderung wird durch die schalige oder dünn-plattenförmige Absonderung ihrer röthlichgrauen Grundmasse charakterisirt, in welcher nur ganz kleine und sparsame Krystalle von Feldspath und Quarz liegen; sie findet sich besonders ausgezeichnet bei Winterstein, bei Tabarz und an der Kniebreche bei Klein-Schmalkalden. Die dritte Abänderung, die häufigste im ganzen Gebirge, ist röthlichgrau, an der verwitterten Oberfläche graulichweiss, und ganz besonders ausgezeichnet durch die Neigung zur sphärolithischen Bildung, so dass die erbsengrossen concentrisch-schaligen Körner oft die Grundmasse verdrängen, wie am Regenberge bei Friedrichsrode und am Dellberge bei Suhl; auch entwickelt sie häufig hohle sphäroidische Drusen von Quarz und Amethyst. Eine vierte Varietät umschliesst in ihrer röthlichgrauen Thonstein-Grundmasse grosse und scharf ausgebildete Krystalle von Orthoklas und Quarz, von denen die ersteren nicht selten die Länge eines Zolls erreichen. Die fünfte Varietät ähnelt ganz dem oberen Porphyr der Gegend von Halle; die sechste Varietät endlich zeichnet sich, bei sehr veränderlicher Beschaffenheit, doch stets durch eine annähernde Gleichheit des Gehaltes an Quarz- und Feldspathkörnern aus, und bildet einen langen an interessanten Erscheinungen reichen Zug. — Diese sechs Porphyrbildungen umfassen jedoch keinesweges sämmtliche Varietäten des Thüringer Waldes; denn es finden sich viele, welche sich mit keiner derselben vereinigen lassen. „Diess kann auch nicht befremden, wenn man die mit den meisten Erscheinungen wohl vereinbare Ansicht gewonnen hat, dass die Porphyre des Thüringer Waldes successive Producte der unterirdischen Thätigkeit sind, entstanden in dem langen Zeitraume vom Beginn der Steinkohlenformation bis zur Ablagerung des Buntsandsteins, hauptsächlich jedoch während der Periode des Rothliegenden.“ Credner, Uebersicht der geognostischen Verhältnisse Thüringens und des Harzes, S. 62 ff.

Diese Beispiele dürften hinreichen, um die Manchfaltigkeit der oftmals in einem und demselben Territorio beisammen vorkommenden Porphyrbildungen und die Nothwendigkeit der Unterscheidung vieler verschiedener Porphyrformationen darzuthun.

*) Erläuternder Text zur geognostischen Charte von Halle, S. 28 und 37.

Zehnter Abschnitt.

Melaphyr-Formation.

§. 389. *Petrographische Verhältnisse.*

Wenn auch die Melaphyre noch nicht überall von den Porphyriten oder quarzfreien Porphyren und von gewissen Augitporphyren oder basaltähnlichen Gesteinen getrennt werden konnten, so erweisen sie sich doch in den meisten Gegenden ihres Vorkommens als so ganz eigenthümliche Gesteine, dass sie nothwendig zu einer selbständigen eruptiven Formation zusammengefasst werden müssen.

Ihre vorwaltend aus Labrador bestehende Grundmasse lässt allerdings eine sehr nahe Verwandtschaft mit den Doleriten und Basalten erkennen; allein die fast gänzliche Abwesenheit des Pyroxens oder Augites begründet einen so auffallenden Unterschied, dass es wohl noch nicht rathsam ist, die Melaphyre mit den Doleriten zu vereinigen.

Steininger, welcher den absoluten Mangel an Augit in dem körnigen, von Warmholz sogar als Augitfels beschriebenen Melaphyre von Tholei erkannte und mit Recht hervorhob, brachte daher für diese Gesteine den Namen Tholeiit in Vorschlag. Sollte sich der, gewöhnlich nur vorausgesetzte, aber nur äusserst selten wirklich nachgewiesene Augitgehalt in den Melaphyren bestätigen, so würde in der That der Unterschied zwischen ihnen und den Doleriten, Anamesiten und Basalten äusserst unbedeutend sein und sich wesentlich nur auf eine Verschiedenheit der Bildungszeiten beschränken. Die Aehnlichkeit der Gesteine ist oft so gross, dass man zweifelhaft darüber bleiben kann, ob man den Namen Dolerit oder Melaphyr gebrauchen soll. Bedenkt man endlich, wie wenig Augit in manchen Doleriten enthalten, wie schwierig derselbe in manchen Anamesiten nachzuweisen ist, so wird man die Möglichkeit nicht in Abrede stellen wollen, dass die Melaphyre und die Dolerite ihrem Materiale nach identisch, dass sie wesentlich aus einer und derselben Quelle geflossen, und vielleicht nur auf ähnliche Weise zu beurtheilen sind, wie zweierlei, der Zeit nach verschiedene Granitformationen. Einstweilen dürfte es jedoch rathsam sein, beide noch getrennt zu lassen, bis umfassendere Untersuchungen jedes Bedenken gegen ihre petrographische Vereinigung beseitigt haben werden. Jedenfalls aber lassen sich die Melaphyre gewissermaassen als die Progonen der eigentlichen Basalte betrachten, von denen sie sich in der Regel durch den Mangel an Augit unterscheiden; die augitreichen Gesteine des Fassathales aber dürften geradezu als Dolerite und Basalte der mesozoischen Periode zu bezeichnen sein.

Wie die meisten eruptiven Formationen so lässt auch die Melaphyrformation wesentlich zweierlei verschiedene Gesteinsgruppen, nämlich krystallinische und klastische Gesteine unterscheiden. Zu den ersteren gehören die eigentlichen, theils körnigen, theils dichten oder

porphyrartigen Melaphyre und die Melaphyrmandelsteine; zu den letzteren die Melaphyrconglomerate und Melaphyrtuffe; indessen sind diese klastischen Gesteine nicht gerade als sehr häufige Vorkommnisse zu betrachten, da man in vielen Gegenden nur krystallinische Gesteine, ohne Begleitung von conglomerat- oder tuffähnlichen Bildungen, auftreten sieht.

Zu der ausführlichen Schilderung der petrographischen Verhältnisse der Melaphyre, wie solche im ersten Bande S. 599 ff. gegeben worden ist, haben wir an gegenwärtigem Orte nur noch einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Dass nicht nur die Feldspathkrystalle der körnigen und der porphyrartigen Melaphyre, sondern dass das feldspathige Substrat aller Melaphyre überhaupt wirklich der Species Labrador angehöre, diess ist durch die Analysen von Bergemann und Delesse hinreichend festgestellt worden. Das titanhaltige Eisenerz, welches von Bergemann für Magneteisenerz erklärt wird, scheint jedoch häufig Titaneisenerz oder titanhaltiges Glanzeisenerz zu sein, wie schon Steininger erkannte, weil seine kleinen Krystalle, welche in dem mit Säure behandelten Gesteine sichtbar werden, eine hexagonal tafelförmige Gestalt zeigen.

Schon im ersten Bande (S. 606) wurde es hervorgehoben, dass die Melaphyre eine grosse Manchfaltigkeit des petrographischen Habitus entfalten, indem krystallinisch-körnige, porphyrartige, dichte und mandelsteinartige Varietäten von sehr verschiedenen Farben und verschiedenen Graden der Consistenz durch einander vorkommen. Zuweilen sind sie so schwarz, dicht und hart, dass sie dem Basalte ganz ähnlich erscheinen*); aus dem Esterel (dép. du Var) führt Coquand auch variolithische oder sphärolithische Varietäten auf, deren rosenrothe bis ziegelrothe Grundmasse mit kleinen, radialfaserigen Kugeln erfüllt ist; ja sogar hyalinische Varietäten sind hier und da beobachtet worden; denn der sogenannte Pechstein vom Weisselberge in der Pfalz kann nicht von den dortigen Melaphyren getrennt werden. Dennoch aber wird es durch die aus den verschiedensten Melaphyr-Regionen gelieferten Beobachtungen erwiesen, dass alle diese, in ihrem äusseren Habitus oft so abweichend erscheinenden Gesteine eine einzige, untrennbare Gesteinsfamilie ausmachen, deren Glieder nach allen Richtungen in einander übergehen und sich auch durch ihr beständiges Zusammen-Vorkommen auf das Innigste verbunden zeigen.

*) Doch unterscheiden sie sich von ihm durch ihr sp. Gewicht, welches 2,75 nicht überschreitet. Man kennt z. B. dergleichen Varietäten bei Cainsdorf in Sachsen, bei Tunschendorf in Schlesien, bei St. Wendel, Braunshausen und Birkenfeld in der Pfalz.

Wie diess schon von Faujas-de-Saint-Fond ganz allgemein behauptet wurde, so geschah es von Steininger für die Melaphyre zwischen der Saar und dem Rhein, von Zobel und v. Carnall für die Melaphyre Niederschlesiens, von Weawer für jene der Gegend von Tortworth, von Elie de Beaumont für die Melaphyre der Vogesen, und von Coquand für die des Departement du Var, welche letztere so verschiedenartig erscheinen, dass man, wie Coquand sagt, blos nach dem äusseren Ansehen fast jedes Stück für eine besondere Gesteinsart halten möchte. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, VI, p.* 296. Die krystallinisch-körnigen Melaphyre werden oft so ähnlich den Doleriten und Diabasen, dass sie nicht selten als solche, oder auch unter dem allgemeineren Namen Grünstein aufgeführt worden sind. Sehr viele, von den Geologen Englands und Schottlands als Grünstein, Trapp oder Basalt beschriebene Gesteine sind gewiss nichts Anderes, als körniger oder dichter Melaphyr, und es bedarf noch eines sorgfältigen Studiums dieser und anderer dortiger Eruptivgesteine um sich in dem Wirrwarr orientiren zu können, welcher selbst durch so streng kritisirende Beobachter wie Macculloch in die Bestimmung derselben gebracht worden ist*).

In dem für das Studium der Melaphyre classisch gewordenen Territorio zwischen der Saar und dem Rheine am südlichen Fusse des Hunsrück finden sich fast alle möglichen Varietäten, unter welchen nach Steininger und v. Dechen besonders folgende wichtig sind:

a) grobkörnige Melaphyre, mit wohl erkennbaren Labradorkrystallen, aber ohne eine Spur von Augit; am Schaumberge bei Tholei;
b) kleinkörnige Melaphyre von grünlichschwarzer Farbe; sie kommen häufig vor, und werden durch das von Bergemann analysirte Gestein vom Martinsteine bei Kirn repräsentirt;
c) sehr feinkörnige bis dichte Melaphyre von schwarzen Farben; häufig;
d) dichte bis erdige Melaphyre mit braunrother bis röthlichgrauer Grundmasse; ganz besonders häufig.

Die beiden letzteren Varietäten sind nicht selten porphyrartig, die sämmtlichen Varietäten aber oftmals mandelsteinartig ausgebildet, ohne dabei irgend eine wesentliche Veränderung wahrnehmen zu lassen. Gewöhnlich enthalten diese Mandelsteine nur kleine, etwa erbsengrosse Mandeln von Delessit oder Grünerde, und Kalkspath oder Braunspath, während die grösseren, aus kieseligen Mineralien bestehenden Mandeln

*) Wir bescheiden uns daher gern, dass vielleicht manche der weiter unten als Melaphyre angeführten Trappe eigentlich der Basaltformation angehören. Bei der Unbestimmtheit des Wortes Trapp (man denke nur an Maccullochs Trappfamilie), und bei der gewöhnlichen Mangelhaftigkeit der petrographischen Beschreibung lassen uns die englischen Angaben oft ganz in Zweifel darüber, welches Gestein eigentlich zu verstehen ist.

nur stellenweise und strichweise vorkommen. Diese letzteren liefern die bekannten Achate, welche in der Gegend von Oberstein geschliffen werden.

Die meisten Achatkugeln werden daselbst aus dem lockern Boden gegraben, in welchen sie aus dem zerstörten Mandelsteine gelangt sind; andere werden aus dem frischen Gesteine gebrochen; es sind über 40 Schleifmühlen im Gange, von denen 35 im Thale bei Idar liegen.

Die grösseren Achatmandeln der Melaphyre zeigen oftmals eine so vielfältige Zusammensetzung und so verschiedene Formen und Structuren, dass sie für die Theorie der Mandelbildung überhaupt eine besondere Wichtigkeit erlangt haben. Man ist gegenwärtig fast allgemein einverstanden darüber, dass die Mandeln und Geoden Ausfüllungsmassen von Blasenräumen sind, welche innerhalb des noch zähflüssigen Gesteins-Materiales durch Gase oder Dämpfe aufgebläht, später aber und erst nach der Erstarrung des Gesteins von verschiedenen Mineralien allmälig erfüllt wurden.

Fournet stellte jedoch die Ansicht auf, dass sich die Mandeln schon im Innern der Erde, also vor und während der Eruption, fertig gebildet innerhalb der noch zähflüssigen Gesteinsmasse befanden, und dass alle Theile derselben gleichzeitig aus dieser Gesteinsmasse ausgeschieden worden seien. Aus den Drückungen und Quetschungen, welche diese feurigflüssigen Concretionen während der gewaltsamen Bewegungen der Eruption erlitten, erklärt er die mancherlei Unregelmässigkeiten ihrer Configuration. Indessen dürfte diese Ansicht wohl eben so wenig für sich haben, als jene Hypothese, dass die Achatmandeln ursprünglich aus Schwefelsilicium bestanden, welches durch Wasser in kieselige Mineralien verwandelt worden sei. Auch Faujas-de-Saint-Fond hielt die Mandeln für gleichzeitige Concretions- oder Secretions-Bildungen, und sprach sich entschieden gegen die Infiltrations-Theorie aus. — In neuerer Zeit sind über die Mandelbildung von Nöggerath und Kenngott treffliche Abhandlungen geliefert worden. Nöggerath, in Haidinger's Naturwissenschaftlichen Abhandlungen, III, 1. Abth. S. 93 ff. und 2. Abth. S. 147 ff. Kenngott, ebendaselbst, IV, 2. Abth. S. 71 ff.

Die Form der Mandeln war besonders abhängig von der Viscosität und von der Bewegungsart des Gesteins-Materiales. Die anfängliche Kugelform, welche in den kleineren Mandeln oft noch recht vollkommen erhalten ist, wird, zumal bei den grösseren Blasenräumen, durch die mit der Bewegung verbundene Streckung eine Verlängerung und, wenn diese Bewegung aufwärts erfolgte, eine nach unten gerichtete Zuspitzung erlitten haben, während der Druck der Massen zugleich eine laterale Compression verursachte. So gingen denn, bei geradliniger und regelmässiger Bewegung des Gesteins-Materiales, die Kugeln durch langgestreckte Ellipsoide in birnförmige und mandelförmige, am unteren Ende zugeschärfte Gestalten über, deren Längsaxen und grösste Durch-

schnittsflächen in solchem Falle einen mehr oder weniger auffallenden Parallelismus zeigen werden*). Weil aber die Bewegung des Gesteins-Materiales in den meisten Fällen keine regelmässige und geradlinige, sondern eine unregelmässig fluctuirende und durch einander wogende Bewegung gewesen sein wird, so begreift man, dass die Mandeln gar häufig sehr regellose Gestalten und Positionen erhalten mussten.

Daher sieht man oft seltsam gewundene und verdrehte, breit gedrückte, sattelförmig gebogene oder theilweise eingestülpte Mandeln; daher kommt es, dass selbst die langgestreckten Blasenräume einen Parallelismus ihrer Axen nur selten durch grössere Gesteinsmassen verfolgen lassen, dass sie oft in grosser Verwirrung durch einander gewunden sind; wie denn überhaupt die häufige Unregelmässigkeit der Form, Lage und Gruppirung der Blasenräume auf eine grosse innere Bewegung schliessen lässt, in welcher sich das Material der Mandelsteine vor und während seiner Erstarrung befunden haben muss. Zuweilen wurden zwei, drei oder mehre Blasenräume dergestalt an einander gepresst, dass sie theilweise zusammenflossen, und theilweise gesondert blieben, wodurch Zwillings-, Drillingsmandeln u. s. w. entstanden. Nöggerath, a. a. O. S. 95.

Nach der Abkühlung und Erstarrung des Gesteins können die Blasenräume von Zerklüftungen und damit verbundenen Verwerfungen betroffen, oder auch, durch einen Abbruch von ihren Wänden, mit Gesteinsbrocken versehen worden sein; Erscheinungen, welche zwar nur selten nachgewiesen worden, aber deshalb von Wichtigkeit sind, weil sie den Beweis liefern, dass die Blasenräume anfangs wirklich leer waren, und dass ihre Ausfüllung erst nach der Festwerdung des Gesteins begonnen hat.

Die Bestandtheile der Ausfüllungs-Mineralien sind allmälig, im Zustande wässeriger Auflösung, und wahrscheinlich unter Mitwirkung heisser kohlensaurer Mineralwasser in die Blasenräume eingeführt worden; die Ausfüllung der grösseren Blasenräume erforderte daher eine geraume Zeit, während welcher, durch Veränderungen in der Beschaffenheit und Temperatur dieser Mineralwasser, eine Succession verschiedener Bildungen Statt finden konnte.

Ueber die eigentliche Bildungsstätte dieser, in die Blasenräume eingeführten Solutionen, und über die Art und Weise ihrer Einführung sind

*) Wurde die Bewegung sistirt und war das Material noch hinreichend flüssig, so werden die Blasenräume, wie Cotta gezeigt hat, nach unten nicht zngespitzt, sondern abgeplattet und selbst etwas eingedrückt worden sein, weil der Druck von unten etwas stärker auf sie wirkte, als von oben. Cotta, Grundriss der Geognosie und Geologie, S. 123.

verschiedene Ansichten aufgestellt worden, indem man sich die Mineralstoffe entweder unmittelbar aus dem Melaphyre selbst ausgelaugt, oder mittelbar von aussen her zugeführt dachte, und indem man theils eine locale Instillation an einzelnen Punkten, theils eine allgemeine Infiltration (oder Insudation) an der ganzen Innenfläche des Blasenraumes voraussetzte. Die Erscheinungen, welche uns die grösseren und zusammengesetzteren Mandeln vorführen, machen es wahrscheinlich, dass diese verschiedenen Voraussetzungen zugleich erfüllt gewesen sind. Die in den Melaphyr eingedrungenen Wasser mögen schon einige Mineralstoffe enthalten haben, während sie wohl die meisten erst bei ihrem Durchgange durch das Gestein aufnahmen, und sie mögen anfangs auf der ganzen Fläche des Blasenraumes eingedrungen sein, während sie später nur noch an einzelnen Instillationspunkten einzutreten vermochten. Diese Einführungs - Canäle oder sogenannten Infiltrationspunkte sind in den durchschliffenen Achatmandeln bisweilen sehr deutlich zu erkennen.

Auch in den grösseren Mandeln ist es häufig eine Haut von Grünerde oder Delessit, mit welcher die ganze Bildung eröffnet wurde; darauf folgt gewöhnlich eine mehr oder weniger starke, aus zahlreichen feinen Lagen bestehende, und daher gebändert erscheinende Ablagerung von Chalcedon, zwischen welchen sich oft körniger Kalkspath oder Braunspath stellenweise eingedrängt hat; darüber erscheinen mehr krystallinische Quarzgebilde, Bergkrystall und Amethyst, die nicht selten von einzelnen Kalkspathkrystallen begleitet werden; endlich finden sich noch bisweilen Zeolithe und mancherlei andere Mineralien ein, von welchen besonders Prehnit, Datolith, Epidot und stängeliger Göthit (oder Nadeleisenerz) zu erwähnen sind. Je nachdem die Ausfüllung des Blasenraumes mehr oder weniger rasch erfolgte, finden sich nun entweder einige oder alle dieser successiven Bildungen, welche in der Mitte oftmals noch einen hohlen Raum lassen, der als Krystalldruse oder als Stalaktitendruse ausgebildet ist.

Eine allgemeine Infiltration oder eine locale Instillation von Kieselgallert scheint bei den Achatmandeln unmittelbar nach der Bildung der Delessitkruste eingetreten zu sein. Die Carbonate von Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul wurden durch denselben Zersetzungsprocess geliefert, welcher die Kieselgallert erzeugt hatte, und wahrscheinlich in einer Einwirkung heisser kohlensaurer Wasser begründet war, die den Melaphyr stellenweise durchdrangen, und die Gemengtheile seiner Grundmasse in Angriff nahmen. Der Delessit und der Kalkspath, welche die kleineren Mandeln oft allein constituiren, mögen durch ähnliche Zersetzungsprocesse geliefert worden sein. Nachdem in der Kieselgallert das zur Chalcedonbildung erforderliche Material abgesetzt worden war, schoss krystallinische Kieselerde als Quarz und Amethyst aus der den Blasenraum erfüllenden Flüssigkeit an, bis endlich, bei

allmälig vermindertem Kieselgehalte, Zeolithe und andere Silicate zur Ausbildung gelangten.

Zu den merkwürdigen und vielfach discutirten Einschlüssen der Blasenräume gehören auch die sogenannten Moosachate oder Mokkasteine, d. h. Chalcedone mit grünen oder braunen Dendriten, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit wirklichen Pflanzenformen besitzen, und daher von Vielen dafür erklärt worden sind. Indessen haben besonders Adolph Brongniart, Ulex und Göppert die Unzulässigkeit dieser Ansicht dargethan*). Diese problematischen Gebilde sind wohl nur eine eigenthümliche Art von Dendriten, welche sich nicht auf Klüften, wie die gewöhnlichen Dendriten, sondern innerhalb der noch weichen Kieselgallert nach sehr verschiedenen Richtungen hin entwickelten, indem das Wasser, welches die Bestandtheile des Delessites, des Göthites u. a. Mineralien aufgelöst hielt, durch diese Kieselgallert hindurchschwitzte.

Interessant ist das nicht seltene Vorkommen von Kupfererzen und selbst von gediegenem Kupfer in den Melaphyren. So finden sich an mehren Punkten des Pfälzer Melaphyrgebietes (wie z. B. bei Düppenweiler, Wahlhausen und Castell) Malachit, Kupfergrün, z. Th. auch Kupferlasur und Kupferglanz auf Trümern und kleinen Gängen, welche das Gestein nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Bei Baumholder ist auch gediegenes Kupfer vorgekommen; dasselbe findet sich in erstaunlichen Quantitäten und begleitet von gediegenem Silber bei Keweenaw und Ontonagon am Superior-See in Nordamerika, sowohl in den Höhlungen und Blasenräumen, als auch derb, eingesprengt, in Adern und auf gangartigen Lagerstätten innerhalb des dortigen Melaphyrs, welcher ausserdem bis 3 Fuss mächtige Gänge von Datolith oder Prehnit umschliesst, die gleichfalls Kupfererze enthalten. Auch Eisenerze und Manganerze sind in vielen Melaphyren bekannt**).

Ausser den eigentlichen Mandeln und Geoden umschliessen die Melaphyre sehr häufig Nester, Adern, Trümer, Lagen und kleine Gänge, welche wesentlich von denselben Mineralien und insbesondere von Chalcedon, Jaspis, Amethyst und Achat, oder von Kalkspath und Braunspath gebildet werden***), und deren Materialien auch grössten-

*) Wir verweisen auf die treffliche Abhandlung Göpperts, in den Verhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur vom Jahre 1847, S. 135 ff.

**) Der mitunter bis über 10 p. C. betragende Zinkgehalt der Melaphyre von Krzescowice in Polen stammt offenbar aus dem z. Th. darüber liegenden erzführenden Kalkstein der Muschelkalkformation. Krug v. Nidda in Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. II, S. 208.

***) Nöggerath a. a. O. S. 98, und v. Dechen, Verhandlungen des naturhist. Vereins der Rheinlande, 1849, S. 61 ff.

theils auf dieselbe Weise, das heisst durch Zersetzung und Auslaugung des Melaphyrs geliefert worden sein dürften. Dass aber auch einige der auf diesen Lagerstätten vorkommenden Mineralien aus anderen Quellen abgeleitet werden müssen, dafür sprechen z. B. die bedeutenden Massen von Kupfer und Silber in den Melaphyren des Superior-Sees, welche doch unmöglich aus dem Nebengesteine derivirt werden können.

Die klastischen Gesteine der Melaphyrformation erscheinen theils als Breccien und Conglomerate, theils als Melaphyrtuffe; die ersteren bestehen aus Bruchstücken von Melaphyr und von anderen Gesteinen, welche unmittelbar an einander gekittet oder auch durch Melaphyrtaig verbunden sind; die letzteren werden wesentlich von kleineren Fragmenten und feinerem Melaphyrschutte gebildet. Diese Bildungen pflegen in der Nachbarschaft oder dicht an der Gränze der Melaphyr-Ablagerungen vorzukommen, entbehren gewöhnlich aller Schichtung, und müssen wohl als Reibungsproducte betrachtet werden. Von ihnen sind die im Rothliegenden nicht selten vorkommenden, aus Melaphyrgeröllen bestehenden Conglomeratschichten sorgfältig zu unterscheiden.

Leopold v. Buch beschrieb das Melaphyrconglomerat von Friedrichsrode am Thüringer Walde als ein schwarzes, schwammiges, schlackenähnliches Gestein, dem auch Granitfragmente beigemengt sind, in dem man vergeblich nach Spuren von Schichtung sucht, und welches den Melaphyr auf eine solche Weise begleitet, dass man berechtigt ist, es als ein ihm eigenthümliches, durch Reibung gebildetes und weit aus der Tiefe herauf gebrachtes Gestein zu betrachten. Eben so schildert er dasselbe Gestein bei Friedrichsanfang als ein Conglomerat gewaltiger Blöcke und feiner Körner ohne Ordnung durch einander, die Stücke wenig gerundet und nirgends mit ihren breiteren Flächen gleichlaufend; das Alles sieht schwarz aus und finster; nichts von Schichtung ist sichtbar, wohl aber giebt sich eine senkrechte Zerspaltung zu erkennen. Die Stücke dieses Conglomerates bestehen grösstentheils aus Melaphyr, weniger aus blasigem rothen Porphyr*). In der Pfalz kennt man Melaphyr- oder Trapp-Conglomerate an mehren Punkten, wie z. B. in den Thälern östlich von Baumholder, bei Wieselbach und bei Weierbach, an welchem letzteren Orte eine mächtige Ablagerung auf Mandelstein ruht und wiederum von grünsteinähnlichem Melaphyr bedeckt wird.

Die Melaphyre zeigen gewöhnlich eine unregelmässig polyëdrische Absonderung; auch kommt eine plattenförmige und eine bankförmige Absonderung vor, welche letztere nicht selten das Ansehen einer undeutlichen mächtigen Schichtung gewinnt; viele und namentlich die

*) Leonhard's Mineral. Taschenbuch für 1824, S. 441 und 460. Nach Cotta ist jedoch dieses Conglomerat bei Friedrichsrode dem Sandstein des Rothliegenden aufgelagert. Neues Jahrbuch für Min. 1848, S. 133.

körnigen Varietäten unterliegen bei der Verwitterung einer sphäroidischen und concentrisch-schaligen Absonderung, während fast alle Varietäten unter gewissen Umständen eine prismatische oder säulenförmige Absonderung entfalten, welche jedoch selten eine solche Regelmässigkeit erreicht, wie sie bei den Basalten so häufig angetroffen wird.

Nach Hoffmann ist der Melaphyr von Ilefeld am Harze oft in grosse verticale Tafeln oder Bänke zerklüftet, zeigt aber auch hier und da schöne, concentrisch schalige Kugeln. Nach Merian, Warmholz und Steininger sind plattenförmige, säulenförmige und kugelige Absonderungen in dem Melaphyrgebiete an der Südseite des Hunsrück nicht selten; bei Desdorf z. B. sind die Säulen 1 bis 3 Fuss dick und transversal gegliedert, bei Tholei aber erscheint der körnige Melaphyr in horizontale Bänke getheilt, welche durch die Verwitterung eine concentrisch schalige Exfoliation entwickeln, deren Kugeln oft mehre Fuss im Durchmesser haben. Dieselbe Absonderung kommt am Thüringer Walde im Mehliser Grunde vor. Boué erwähnt von Dunbar in Schottland Säulen, deren jede zu einer Reihe von Kugeln aufgelöst ist. Der basaltähnliche Melaphyr von Cainsdorf bei Zwickau ist nach v. Gutbier schön säulenförmig abgesondert, und ein senkrechter Melaphyrgang im Mühlenthale bei Elbingerode ist nach Hausmann in horizontale Prismen zerklüftet.

In seinen Reliefformen stimmt der Melaphyr mit den Porphyren, Grünsteinen und mit anderen eruptiven Formationen überein; er bildet daher Hügel, Berge und Kämme, welche über ihre Umgebungen aufragen, oft schroffe Felswände und da, wo sie von Flüssen und Bächen durchschnitten werden, enge Schluchten und felsige Thäler entfalten.

So zeigt das am südlichen Fusse des Hunsrück, von Düppenweiler bis nach Kreuznach auf 12 Meilen Länge ausgedehnte und zwischen St. Wendel, Birkenfeld, Kirn und Grumbach über mehre Quadratmeilen verbreitete Melaphyr-Territorium viele hohe Bergkuppen und wallartig fortziehende Kämme, in welchen die Glan und die Nahe etwa 1000 Fuss tief einschneiden, und enge schroffe Felsenthäler bilden.

§. 390. *Geotektonische Verhältnisse der Melaphyre.*

Die Melaphyre sind durch ihre Lagerungsformen eben so wie durch ihre übrigen geotektonischen Verhältnisse so ganz entschieden als eruptive Gesteine charakterisirt, dass über ihre eigentliche Bildungsweise kein Zweifel aufkommen kann*). Sie treten nicht selten in Gängen auf, welche, sedimentäre Schichtensysteme durchschneidend, den evidenten Beweis ihrer plutonischen Abkunft liefern, bisweilen mit Lagern in

*) Desungeachtet hat man auch für sie bisweilen die Ansicht geltend zu machen versucht, dass sie als metamorphische Bildungen aus diesen oder jenen Gebirgsschichten entstanden seien! —

unmittelbarem Zusammenhange stehen, und auch bei allen übrigen Gebirgsgliedern vorausgesetzt werden müssen, es mögen dieselben als Lager, Decken, Stöcke oder Kuppen erscheinen.

Schon vorhin wurde eines Melaphyrganges bei Elbingerode gedacht; derselbe ist etwa 12 Schritt breit, streicht senkrecht in nordsüdlicher Richtung durch den devonischen Kalkstein, und besteht aus einem schwarzen, ziemlich dichten Gesteine mit Labradorkrystallen und etwas eingesprengtem Eisenkies. Hausmann, über die Bildung des Harzgeb., S. 128. Bei Planitz unweit Zwickau in Sachsen sollen nach Martini im Steinkohlengebirge, unter der Melaphyrdecke des Rothliegenden, Melaphyrgänge getroffen worden sein; und auch bei Oberhohndorf auf dem rechten Muldenufer ist die Ausbruchsspalte des Melaphyr nachgewiesen worden. Engelhardt, in der berg- und hüttenmänn. Zeitung 1844, S. 491 und 543. In dem Melaphyrgebiete an der Südseite des Hunsrück sind mehrorts Gänge bekannt; Warmholz erwähnt dergleichen zwischen Thelei und Sellbach, wo ein feinkörniger Melaphyr die Schichten des Kohlensandsteins durchschneidet; bei dem Nauweiler Hofe, südlich von Sulzbach, tritt ein Melaphyrgang auf, welcher, fast auf 1500 Lachter weit aufgeschlossen, an dem genannten Orte 24 Fuss mächtig ist, und von Tage herein steil niedersetzt, dann aber ein den Schichten des Kohlengebirges paralleles Fallen von etwa 40° in NW. annimmt. Bei Krebsweiler setzt ein 2 bis 3 Fuss mächtiger Gang auf, welcher oben 80° in Süd fällt, weiter abwärts aber eine den Schichten parallele Lage behauptet; auch bei Kusel durchschneidet ein mehre Lachter mächtiger Gang senkrecht die unter 20° geneigten Schichten der Steinkohlenformation. Karstens Archiv, X, 1837, S. 386 ff. Steininger gedenkt eines 10 Fuss mächtigen Ganges, welcher bei Meissenheim das Kohlengebirge senkrecht durchsetzt. Ueberhaupt sind nach v. Dechen die Gänge in diesem interessanten Melaphyrdistricte weit häufiger, als man sonst glaubte, obwohl das lagerartige Vorkommen auch dort als das gewöhnlichere zu betrachten sein dürfte.

Bisweilen erlangen die Melaphyrgänge wahrhaft colossale Dimensionen, gehen dann aber nach oben stellenweise in andere Gebirgsglieder, in Decken und Kuppen über, und bilden förmliche kleine Gebirgsketten. Diess ist z. B. der Fall mit jener, 130 engl. Meilen langen Trappkette, welche an der Nordwestküste von Neuschottland längs der Fundybai wie eine Mauer fast geradlinig fortzieht, nirgends über 3 Meilen, und stellenweise kaum 1 Meile breit ist; auf der Seeseite, wo sie beständig von den hohen Fluthen der Fundybai gepeitscht wird, zeigt sie schroffe Felswände und prächtige Colonaden von senkrechten Säulen, zum Beweise, dass ihre Massen deckenartig ausgebreitet sind; desungeachtet aber muss wohl diese Kette nach unten in ihrer ganzen Länge mit einem Gange zusammenhängen. Vielleicht ist jener Trappgang im nördlichen England, welcher sich von Cock-field-fell in Durham bis zu den Sneaton-moors in Yorkshire 60 engl. Meilen weit verfolgen lässt, während er gewöhnlich nur eine Mächtigkeit von 60 Fuss besitzt, gleichfalls der Melaphyrformation beizurechnen.

Lager und Decken sind zwar als die gewöhnlichen Lagerungsformen der Melaphyre zu betrachten, geben sich jedoch durch die oftmals mit ihnen zusammenhängenden Gänge theils als effusive, theils als

intrusive lagerartige Gebirgsglieder zu erkennen. Ihre Einlagerung zwischen, oder ihre Auflagerung über den Schichten derjenigen Sedimentformationen, in deren Gebiete sie vorkommen, ist bisweilen so regelmässig, dass man sie leicht für wesentliche Gebirgsglieder dieser Formationen halten könnte, wenn nicht ihre hier und da vorkommenden abnormen Verbandverhältnisse, ihre bisweiligen Ausbiegungen zu durchgreifender Lagerung, und ihre oft nachzuweisenden gangartigen Absenker die Richtigkeit der Ansicht bekräftigten, welche ja schon durch die mineralische Zusammensetzung des Gesteins bewiesen wird; der Ansicht nämlich, dass alle diese lagerhaften Melaphyrmassen für eruptive Bildungen angesprochen werden müssen. Diese Lager und Decken lassen oftmals eine prismatische Absonderung erkennen, welche deshalb sehr auffallend ist, weil die Prismen rechtwinkelig gegen die Schichten der einschliessenden oder unterteufenden Gesteine stehen. Wo eine Melaphyr-Ablagerung in verticale Prismen abgesondert ist, da wird man allemal berechtigt sein, eine horizontal ausgebreitete Decke oder ein dergleichen Lager vorauszusetzen.

Bei Planitz, unweit Zwickau in Sachsen, bildet der Melaphyrmandelstein eine dem Rothliegenden ziemlich regelmässig eingeschaltete Decke, deren Auflagerung auf der unteren Etage dieser Sandsteinbildung weithin sehr deutlich verfolgt werden kann. Eben so ist der Melaphyr im Mansfeldischen der oberen Etage des Rothliegenden ganz gleichförmig eingelagert, wie sich z. B. im Johann-Friedrich- und Zabenstädter Stollen, östlich vom Welbisholze, deutlich beobachten lässt. Karstens Archiv, Bd. IX, S. 327.

Ueber die lagerartigen Vorkommnisse der Melaphyre in der Steinkohlenformation der Pfalz hat Merian schon im Jahre 1820 interessante Beobachtungen mitgetheilt. Steininger findet ihre Erklärung ganz richtig in Melaphyrgängen, und bemerkt, dass sich ebendaselbst die Melaphyre auch über dem Kohlengebirge in mächtigen Ueberdeckungen ausbreiten. Geogn. Beschr. des Landes zwischen der Saar und dem Rheine, 1840, S. 97. Diess ist später durch v. Dechen vollkommen bestätigt worden. — Die Melaphyr-Ablagerung von Exeter, eine von den wenigen eruptiven Bildungen, welche im Gebiete des englischen Rothliegenden bekannt sind, ist nach Conybeare dieser Sandsteinformation eingelagert, mit welcher sie sogar durch Wechsellagerung verbunden sein soll. Aus der Gegend von Tortworth in Gloucestershire, wo gleichfalls sehr ausgezeichnete Melaphyre vorkommen, beschrieb Weawer viele lagerartige Vorkommnisse, von denen jedoch Buckland und Conybeare gezeigt haben, dass sie mit Gängen im genauesten Zusammenhange stehen. *Trans. of the geol. soc. 2. series, I, p.* 248 und 332. In dem Steinkohlenreviere von Wolverhampton (Staffordshire) ist der Melaphyr, oder *greenrock* der dasigen Bergleute, in den Rowley-Hills über Tage auf zwei engl. Meilen Länge und 1½ Meilen Breite ausgedehnt; seine unterirdische Ausbreitung ist aber noch weit grösser, und wird von Blackwell als ein Trapplager von sehr verschiedener Mächtigkeit und unregelmässiger Einlagerung beschrieben, welches

von den Rowley-Hills 9 Meilen weit bis nach Errington-Brickyard fortzieht, zwischen Wednesfield und Birch-Hills 4 Meilen Breite gewinnt, und überhaupt 25 engl. Quadratmeilen einnimmt; stellenweise gehen viele Gänge von ihm ab, welche sich oft seitwärts verzweigen, wie denn überhaupt das ganze Lager als ein intrusives Gebirgsglied betrachtet wird. Die berühmten Toadstone-Lager in Derbyshire sind ebenfalls Melaphyrlager, welche wohl auf ähnliche Weise beurtheilt werden müssen; sie liegen im Kohlenkalkstein, welcher durch diese intrusiven Einschaltungen in mehre Etagen gesondert wird.

Der Melaphyr bildet endlich nicht selten Stöcke, Kuppen und langgestreckte Kämme, welche letztere bisweilen zu förmlichen, stetig fortlaufenden Bergketten anschwellen, und sich dann als die Ausstriche und oberflächlichen Ausbreitungen mächtiger und weit fortsetzender Gänge oder Lager zu erkennen geben; wie denn überhaupt auch für diese Lagerungsformen, sofern sie nicht blos kuppenartige Ueberreste von Decken oder Lagern sind, in allen Fällen nach unten ein Zusammenhang mit gangartigen Gebirgsgliedern vorausgesetzt werden muss.

In Sachsen, am südlichen Rande des Erzgebirgischen Bassins, so wie in Niederschlesien sind dergleichen Kuppen und Kämme von Melaphyr eine ganz gewöhnliche Erscheinung; man kennt sie aber in allen Melaphyr-Regionen.

Zum Schlusse dieser Betrachtung über die Lagerungsformen der Melaphyre mögen noch einige Bemerkungen von v. Dechen*) über das Vorkommen dieser Gesteine an der Südseite des Hunsrück eingeschaltet werden, weil gerade diese ausgezeichnete Melaphyr-Region genauer als irgend eine andere nach allen ihren Verhältnissen untersucht worden ist. Die Melaphyre oder Trappgesteine treten daselbst in vier verschiedenen Lagerungsformen auf.

1) Gänge; 4 bis 40 Fuss mächtig, als regelmässige Parallelmassen z. Th. fast eine Meile weit fortsetzend, in der Regel steil oder fast senkrecht, die Schichten der Steinkohlenformation sehr scharf durchschneidend, bisweilen Fragmente des Nebengesteins umschliessend, welche oft verändert sind, während das anstehende Nebengestein gewöhnlich ganz unverändert erscheint; an den Salbändern dieser Gänge ist der Trapp gewöhnlich plattenförmig, in der Mitte prismatisch abgesondert, wobei die Prismen rechtwinkelig gegen die Gangfläche liegen.

2) Lager; von 5 bis 200 Fuss Mächtigkeit, und einigen hundert Fuss bis über zwei Meilen Erstreckung; so weit die Beobachtung reicht, liegen sie gleichförmig zwischen den Schichten des Kohlengebirges, welche an vielen Punkten ganz unverändert geblieben sind. An einigen Stellen kommen mehre Lager ziemlich nahe über einander vor, an anderen erscheinen sie einzeln. Gewöhnlich sind sie rechtwinkelig gegen die Schichtung zerklüftet oder auch regelmässig säulenförmig abgesondert. Bei weitem die grösste Anzahl der im Kohlengebirge der Nahe und Saar vorkommenden Trappmassen findet sich in dieser Form.

3) Decken. Die genannte Gegend hat eine sehr merkwürdige Trapp- oder Melaphyrdecke aufzuweisen, welche bei einer Ausdehnung von mehren

*) Mitgetheilt in Bischof's Lehrb. der chem. u. phys. Geologie, II, S. 769 f.

Quadratmeilen, den obersten Schichten der Steinkohlenformation überall gleichförmig aufgelagert ist, während sie vom Rothliegenden bedeckt wird. Diese grosse Trappdecke ist weit reicher an Mandelsteinen, als es die kleineren Gebirgsglieder sind, und wird auch aufwärts von eigenthümlichen Thonsteinen und von Mandelstein-Conglomeraten begleitet.

4) Stöcke, oder unregelmässig gestaltete Durchbruchsmassen; man kennt deren nur wenige, welche durch das Abstossen der angränzenden Schichten als Gangstöcke bezeichnet sind, obgleich auch stellenweise ihre Begränzungsflächen den Schichten parallel liegen.

Wie alle eruptiven Gesteine so umschliessen auch die Melaphyre nicht selten Fragmente der von ihnen durchbrochenen Gesteine; auch kommen dergleichen Fragmente in den Melaphyr-Breccien und Conglomeraten vor, an deren Bildung sie bisweilen einen wesentlichen Antheil nehmen.

Der grüne Melaphyrmandelstein bei Vielau unweit Zwickau enthält mitunter Thonschieferfragmente. Nach Warmholz soll der Melaphyr bei Dachstuhl, unweit Wadern in der Pfalz, so reich an eckigen, bis kopfgrossen Bruchstücken von Sandstein und Diorit sein, dass er eine conglomeratähnliche Beschaffenheit erhält. Eben so berichtet Weawer, dass die Melaphyre der Gegend von Tortworth bisweilen Fragmente von Sandstein, Hornstein und Kalkstein enthalten, welche stellenweise dermaassen angehäuft sind, dass ein förmliches Conglomerat entsteht, dessen klastische Elemente durch Melaphyrtaig verbunden sind. Ja bei Micklewood sieht man im Melaphyr grosse Schollen von Sandstein eingeschlossen, welche in ihrer Lage mit den Schichten des benachbarten Sandsteins übereinstimmen. In Cullimore's Steinbruch umschliesst der Melaphyr in fast horizontaler Lage zwei losgerissene, aus Sandstein und fossilreichem Kalkstein bestehende Schichten, welche an der einen Seite durch eine breite Spalte begränzt werden, die mit einem aus Melaphyrmasse und aus Fragmenten derselben Gesteine bestehenden Conglomerate erfüllt ist*).

Die Melaphyre haben bisweilen auch ausserdem auf ihr Nebengestein manche von denjenigen Einwirkungen ausgeübt, welche von eruptiven Gesteinen überhaupt zu erwarten sind. Die Contactflächen des Nebengesteins erscheinen oft als Rutschflächen und Spiegel; wo aber dasselbe

*) In derselben Gegend bei Horsley wollte Shrapnell im Melaphyre Korallen beobachtet haben, von denen jedoch Cooke zeigte, dass sie einer dem Melaphyre unmittelbar aufliegenden Sandsteinschicht angehören. Aehnliche Vorkommnisse sind auch bei Berkeley in Gloucestershire so wie in Irland, in den Bergen von Grange-Hill und Chair of Kildare, an solchen Punkten beobachtet worden, wo der Trapp mit fossilreichem Kalksteine in Berührung tritt. Sind die Fossilien wirklich im Melaphyre eingeschlossen, so können sie von ihm nur aus dem Kalksteine losgerissen und in seine Massen eingeknätet worden sein. Auf ähnliche Weise sind wohl auch die von Leopold v. Buch beobachteten Turbiniten im Melaphyr-Mandelsteine des Finkenhübels bei Dürrkunzendorf zu erklären. Versuch einer miner. Beschr. von Landeck, S. 35.

aus weicherem Materiale, wie z. B. aus Schieferletten und thonigem Sandsteine besteht, da ist es zuweilen mit dem Melaphyre dergestalt durchknätet und verflösst, und zugleich nach allen Richtungen dermaassen von Rutschflächen und Quetschflächen durchzogen, dass man unwillkürlich auf die Vorstellung eines sehr gewaltsamen ehemaligen Conflictes zwischen beiden Gesteinen geführt wird. Endlich kommen auch mitunter recht auffallende Veränderungen in der materiellen Beschaffenheit des Nebengesteins vor, wie dies zumal dort beobachtet worden ist, wo der Melaphyr die Schichten der Steinkohlenformation durchbrochen hat, indem die Kohlen mehr oder weniger verkokt, die Schieferthone gehärtet und selbst gebrannt worden sind. Diese letzteren Erscheinungen lassen es wohl nicht bezweifeln, dass das Material der Melaphyre bei seiner Eruption noch eine sehr hohe Temperatur besass; woraus sich denn, unter Berücksichtigung der zahlreichen Beweise für den ursprünglich zähflüssigen Zustand desselben Materials, die Folgerung von selbst ergiebt, dass dieser Zustand ein feurigflüssiger gewesen sein müsse. Desungeachtet ist es nicht zu läugnen, dass in vielen Fällen alle diejenigen Erscheinungen vermisst werden, welche sich als entschiedene Beweise einer auf das Nebengestein Statt gefundenen Einwirkung betrachten lassen; wogegen bisweilen für die Melaphyrlager durch tuffartige Zwischenbildungen eine so innige Verknüpfung mit den auf- oder unterliegenden Schichten herbeigeführt wird, dass man sich nicht wundern kann, wenn dergleichen Uebergänge die Vermuthung einer sedimentären Bildungsweise des Melaphyrs veranlasst haben.

Interessant sind die unweit Zwickau, am schroffen westlichen Abhange des Oberhohndorfer Berges, bei Carolinenruh und an anderen Punkten zu beobachtenden Verflechtungen zwischen Mandelstein und dem Schieferletten des Rothliegenden. Die Masse des Letzteren ist in regellosen Klumpen und Adern zwischen den Mandelstein eingeknätet; beide Gesteine zeigen dabei nicht selten striemige Rutschflächen und glatte Quetschklüfte, und Alles deutet auf einen heftigen Conflict hin, der zwischen ihren Massen Statt gefunden haben mag. — Wo der, an der Südseite des Harzes bei Ilefeld auftretende Melaphyr nordwärts an die Schichten des Rothliegenden angränzt, da zeigt er sich nach Hoffmann oft innig mit dem Sandsteine verbunden; besonders nordwestlich von Hermannsacker lassen beide Gesteine sehr räthselhafte Verknüpfungen beobachten. Nach Weawer geht der Melaphyr von Exeter an mehren Punkten so unmerklich in den Sandstein des Rothliegenden über, dass man beide Gesteine für das Product eines und desselben Niederschlages halten möchte; welcher Mineralog, sagte schon Greenough, kann eine Gränzlinie zwischen dem rothen Schieferletten und dem Mandelsteine bei Heavitree ziehen! —

Für die auffallende materielle Veränderung der Schieferthone und Sandsteine durch Melaphyre sind bereits im ersten Bande S. 779 einige Beispiele

angeführt worden. Hier folgen noch ein paar andere. Am höchsten Punkte der Chausse zwischen Thelei und Sellbach liegt ein Steinbruch in grobem Kohlensandstein, der 15° in N. fällt, und von feinem Sandsteine und Schieferthon bedeckt wird; das Ganze wird von Melaphyr überlagert. Die nächste Schicht unter dem Melaphyr erscheint theils als ein grünlichgraues, kieselschieferähnliches, theils als ein schwärzlichgraues, zwischen Lydit und Basaltjaspis mitten inne stehendes Gestein, welches prismatisch zerklüftet ist; in 4 Zoll Abstand vom Melaphyr beginnen braune, graue und grünliche, feinkörnige, an Grauwacke erinnernde Gesteine, welche endlich ein paar Fuss tiefer in den gewöhnlichen Kohlensandstein übergehen. An der Ostseite setzt der feinkörnige Melaphyr gangförmig durch die Schichten, welche anf mehre Lachter weit dieselbe grauwackenähnliche Beschaffenheit zeigen, stark zerklüftet und auf den Klüften mit gestreiften Spiegeln versehen sind. Warmholz, Karstens Archiv, X, 1837, S. 386 f. — Auch im Thüringer Walde sind mehrorts, wie z. B. am Stollenbache oberhalb Klein-Schmalkalden, am Fusse der hohen Haide oberhalb Winterstein und anderwärts Beweise für die Umwandlung des Nebengesteins durch Melaphyr bekannt. Das lehrreichste Beispiel lässt sich nach Credner am nördlichen Abhange des Lindenberges bei Ilmenau beobachten. Hier sieht man die Sandsteine des Steinkohlengebirges gefrittet, und die schwächeren, mit Schieferthon wechselnden Lagen desselben in ein bandjaspisähnliches Gestein umgewandelt; es ist eine Scholle des Kohlengebirges, welche vom Melaphyr emporgehoben und theilweise in solcher Art umgewandelt wurde. Uebersicht der geogn. Verh. Thüringens, S. 70. — In der Steinkohlengrube Rothhell, unweit des Nauweiler Hofes in der Pfalz, hat man eine Melaphyrmasse durchfahren, welche stellenweise auf einem Kohlenflötze liegt; die Kohle ist in der Berührung des Melaphyrs anthracitähnlich, stark zerklüftet und auf ihren Klüften mit Steinmark erfüllt. Da gewiss viele von den sogenannten Trappgesteinen, welche das Englische und Schottische Steinkohlengebirge durchschneiden, zu den Melaphyren gehören, so werden auch viele von den zahlreichen Beispielen einer oft weit hinausreichenden Verkokung der Steinkohlenflötze durch diese Gesteine, auf Rechnung des Melaphyrs zu setzen sein.

Was endlich die Eruptions-Epochen der Melaphyre betrifft, so scheint es zwar deren mehre gegeben zu haben; die meisten fallen jedoch in die Periode des Rothliegenden, oder in die erste Hälfte der permischen Formation; alle aber dürften jünger sein als die Steinkohlenformation. Diess gilt wenigstens für die Melaphyre an der Südseite des Hunsrück, für jene des Thüringer Waldes, der Umgebungen des Harzes, Niederschlesiens, Böhmens und Sachsens. Manche dieser Melaphyre sind bald nach dem Anfange, andere erst gegen das Ende oder selbst nach dem Abschluss der Periode des Rothliegenden hervorgetreten, wie denn überhaupt das Rothliegende in vielen Gegenden sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Coincidenz mit der Bildung der Melaphyre erkennen lässt. Die Melaphyre der Vogesen fallen zwischen die Periode des Rothliegenden und des Vogesensandsteins, und können daher gleichfalls, bei

dem dortigen Mangel des Zechsteins, als solche eruptive Bildungen gelten, mit welchen die Formation des Rothliegenden beschlossen wurde.

Sollten die bekannten augitreichen Gesteine des Fassathales, welche oft als Normaltypus der Melaphyre aufgeführt worden sind, wirklich hierher gehören, was jedoch noch zu bezweifeln ist, so würden sie ein ausgezeichnetes Beispiel von weit jüngeren Melaphyren liefern, deren Eruption erst während und nach der Triasperiode Statt fand. Dasselbe würde für den, bei Gnettstadt am Steigerwalde, im Muschelkalke gangförmig aufsetzenden sogenannten Melaphyr gelten, welchen v. Bibra untersucht hat, dafern es nicht Basalt ist. Journal für prakt. Chemie, Bd. 26, 1842, S. 29. Die Trappe der Insel Sky würden, wenn sie überhaupt hierher gehören, jünger sein als die Liasformation; in der Krimm aber sollen nach Verneuil Melaphyre vorkommen, welche erst zwischen der Jura- und Kreideformation hervorbrachen.

Die Frage nach dem relativen Alter der Melaphyre und der quarzführenden Porphyre wird immer nur ein locales Interesse haben, weil ja diese Porphyre selbst in verschiedenen Gegenden von sehr verschiedenem Alter sein können.

Elfter Abschnitt.

Triasformation.

§. 391. *Einleitung.*

Indem wir jetzt aus dem Bereiche der Porphyre und Melaphyre in das Gebiet der Sedimentformationen zurückkehren, haben wir die grosse Reihe der mesozoischen Formationen zu durchwandern, als deren erste uns die Triasformation oder die triasische Formationsgruppe vorliegt (S. 52). Diese Formation lässt da, wo sie zu einer vollständigen Entwickelung gelangt ist, drei grosse Hauptglieder, nämlich die Buntsandsteinbildung, die Muschelkalkbildung und die Keuperbildung unterscheiden, welche, obwohl sie häufig als eben so viele besondere Formationen aufgeführt werden, doch nach allen ihren Verhältnissen nur als Glieder einer und derselben Formation charakterisirt sind, wie v. Alberti in seiner trefflichen Monographie nachgewiesen hat*). Diese dreigliederige Zusammensetzung ist es auch, welche v. Alberti durch den Namen Trias ausdrücken wollte, welcher allgemeinen Eingang gefunden hat, obgleich in einigen Ländern, wie z. B. in England und im südlichen Frankreich, der Muschelkalk fehlt, und die

*) Diese classische Arbeit erschien im Jahre 1834 unter dem Titel: Beitrag zu einer Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalkes und Keupers.

Trias zur Dyas wird, wogegen in Oberschlesien und Polen fast nur der Muschelkalk vorhanden ist.

Man hat für diese Formation auch den Namen Salzgebirge in Vorschlag gebracht, weil sie sehr reich an Steinsalzlagern ist. Weil sie jedoch diese Eigenschaft mit manchen anderen Formationen theilt und keinesweges überall besitzt, so hat selbst der Gründer jenes Namens gegenwärtig den Namen Trias adoptirt. Lethäa, 3. Aufl. 1. Lieferung S. 4. Alcide d'Orbigny vereinigt den Buntsandstein und Muschelkalk als *étage conchylien*, trennt aber von ihnen den Keuper und dessen alpinische Facies als *étage saliférien*.

Die Triasformation ist bis jetzt nur im mittleren Europa, und namentlich in Teutschland, im östlichen und südlichen Frankreich, in der nördlichen Schweiz und in England nach allen ihren Verhältnissen genauer erforscht worden; auch in den östlichen Alpen hat man sie von Grünbach bis nach Schwaz, und von Bleiberg bis nach Bergamo nachgewiesen; doch zeigt sie dort eine ganz eigenthümliche und zumal in paläontologischer Hinsicht sehr abweichende Facies. Ueber ihre anderweiten Vorkommnisse besitzen wir dermalen nur sehr dürftige Kenntnisse.

Obgleich sich nun die drei Hauptglieder der Trias zu einem einzigen, grösseren Ganzen verbunden zeigen, so werden sie doch durch die petrographische Verschiedenheit ihres Materiales auf eine so durchgreifende Weise charakterisirt, dass man sie vom petrographischen Standpunkte aus als eben so viele verschiedene Formationen, und daher die Trias selbst als eine besondere Formationsgruppe betrachten könnte, innerhalb welcher der Buntsandstein, der Muschelkalk und der Keuper zu unterscheiden sind. Wenn wir also auch diese drei Hauptglieder der Trias als besondere Formationen aufführen, so dürfen wir es doch nicht vergessen, dass sie sich in den meisten Gegenden ihres Vorkommens nur als petrographisch verschiedene Abtheilungen einer und derselben Formation zu erkennen geben. Die so abweichende Alpinische Trias aber werden wir zum Schlusse dieses Abschnittes besonders in Betrachtung ziehen.

Erstes Kapitel.

Buntsandstein-Formation.

§. 392. *Gesteine der Buntsandsteinformation.*

Sandsteine treten so vorwaltend auf, dass dieses Formationsglied der Trias mit allem Rechte als eine Sandsteinformation bezeichnet worden ist; die in einigen Gegenden und zumal in Thüringen sehr häufig vorkommende bunte Färbung dieser Sandsteine aber hat den Namen

Buntsandsteinformation veranlasst, welcher nicht nur in Teutschland allgemeinen Eingang gefunden hat, sondern auch in Frankreich in dem Namen *grès bigarré* adoptirt worden ist, obgleich in sehr vielen Gegenden nur einfarbige rothe Sandsteine bekannt sind.

Freiesleben, welchem man die erste sehr ausführliche Beschreibung der Formation verdankt, nannte sie, wegen der zugleich mit vorhandenen thonigen Gesteine, die bunte Thon- und Sandsteinformation; Heim führte sie ein Jahr früher als neuen feinkörnigen bunten Sandstein auf. Die Engländer nennen sie *new red sandstone*.

Allein ausser den eigentlichen Sandsteinen erscheinen auch noch Conglomerate, bunte Thone und Schieferletten, Mergel und Rogensteine, so wie endlich Gypse als mehr oder weniger häufige Materialien der Buntsandsteinformation. Als untergeordnete Vorkommnisse sind endlich noch Dolomit, Steinsalz und vielleicht auch Steinkohle zu erwähnen. Bei der Beschreibung dieser verschiedenen Materialien beginnen wir mit den Conglomeraten, an welche sich dann zunächst die psammitischen und pelitischen Gesteine anschliessen.

1. Conglomerate.

Zwar unterscheidet sich die Buntsandsteinbildung durch das im Allgemeinen seltene Vorkommen conglomeratartiger Gesteine sehr auffallend von dem Rothliegenden; dennoch aber fehlen ihr dergleichen Gesteine nicht gänzlich; ja, in manchen Gegenden gewinnen solche, zumal in der unteren Etage der Formation, eine recht ansehnliche Mächtigkeit und Verbreitung. Nur sind es gewöhnlich kleinstückige, fast nur aus Quarzgeröllen und Sandsteincäment bestehende Conglomerate, wogegen jene groben und polygenen Conglomerate, wie sie im Rothliegenden so häufig vorkommen, fast gänzlich vermisst werden.

Die untere Etage des in den Vogesen, in der Haardt und im Schwarzwalde verbreiteten Buntsandsteins, welche man wegen ihrer eigenthümlichen petrographischen Beschaffenheit, und wegen ihrer stellenweise discordanten Lagerung gegen die oberen Sandsteine unter dem Namen Vogesensandstein (*grès de Vosges*) als eine selbständige, dem Rothliegenden oder auch dem Zechsteine aequivalente Bildung einzuführen versucht hat, entwickelt sehr häufig nach oben eine conglomeratähnliche Beschaffenheit, indem sich innerhalb der Sandsteinmasse viele Gerölle von Quarz und Kieselschiefer einfinden, welche gewöhnlich die Grösse einer Nuss erreichen, bisweilen aber faustgross und noch grösser sind. Dabei zeigen diese Quarzkiesel des Vogesensandsteins gewöhnlich eine sehr glänzende und krystallinische Oberfläche, als ob sie der Einwirkung einer ätzenden Flüssigkeit ausgesetzt gewesen wären; doch hat Daubrée neulich gezeigt, dass diese Erscheinung in einem förmlichen Ueberzuge von krystallinischem Quarze begründet ist. *Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin*, *p.* 89 f.

Das Vorkommen von Conglomeraten wiederholt sich nach Hoffmann im Fürstenthume Waldeck, wo nussgrosse weisse Quarzgerölle und schwarze Kieselschieferstücke dem Sandsteine ganz gewöhnlich einen conglomeratartigen Habitus verleihen; so z. B. bei Arolsen, Heddinghausen und an vielen Punkten des Sollinger Waldes. Poggend. Ann. 1825, S. 5. Auch zwischen Düren und Commern, so wie bei Call in Rheinpreussen finden sich in den unteren Schichten der Buntsandsteinformation Conglomerate, mit welchen nach Römer die Conglomerate zwischen Malmedy und Stavelot in Belgien ganz identisch sind. Das Rhein. Uebergangsgebirge, S. 3. Eben so sind in England ähnliche Conglomerate bekannt, namentlich in Shropshire und Staffordshire, z. B. bei Hodnet, in der Gegend zwischen Kidderminster und den Clent-hills, so wie in den Hügeln um das Kohlenfeld von Dudley; auch dort sind es hauptsächlich Conglomerate mit Quarzgeröllen, welche zuweilen die Grösse eines Kinderkopfes erlangen; nur in einigen Gegenden gewinnt der einförmige Charakter dieser Conglomerate etwas Abwechslung durch Fragmente von anderen Gesteinen. *The Silurian System*, *p.* 42. An der Ostseite der Malvernhills so wie zwischen ihnen und May-Hill sind nach Phillips gleichfalls Conglomerate mit Quarzgeröllen nicht selten.

Ueberhaupt scheint die Buntsandsteinformation in manchen Gegenden mit einzelnen Schichten oder auch mit mächtigeren Ablagerungen von Conglomeraten eröffnet worden zu sein. Im südlichen Frankreich, bei Rodez (Aveyron), Belmont und anderen Orten sind es nach Dufrénoy grobe Conglomerate mit sehr eisenschüssigem Lettencäment; in der Provence, zwischen Cannes und Antibes, sind es aus Gneiss- und Quarzgeschieben, bei la Roquette aus Thonschieferfragmenten bestehende Conglomerate; eben so erscheinen die untersten Schichten bei Heidelberg als Granit-, bei Handschuchsheim als Porphyr-Conglomerat.

2. Sandsteine.

Diese herrschenden Gesteine der Buntsandsteinformation bestehen vorwaltend nur aus Quarzkörnern, sind in der Regel von feinem und sehr gleichmässigem Korne, und entfalten oftmals einen sehr krystallinischen Habitus; ja, sie erscheinen nicht selten als Aggregate kleiner, rudimentärer Quarzkrystalle. Alle diese Eigenschaften begründen einen recht auffallenden Unterschied zwischen ihnen und den meisten Sandsteinen des Rothliegenden. Auch arkosartige Sandsteine kommen zumal da vor, wo die Formation unmittelbar auf Granit liegt, während einzelne kaolinisirte Feldspathkörner sehr häufig zwischen den Quarzkörnern zu entdecken sind.

Das Cäment dieser Sandsteine besteht gewöhnlich aus Thon, Kiesel oder Eisenoxyd, und ist im ersteren Falle bald mehr bald weniger reichlich, im letzteren Falle aber sehr sparsam vorhanden; bisweilen tritt auch Dolomit als ein sehr vorwaltendes Bindemittel auf, während er als sparsamer Gemengtheil nicht selten vorkommt. Sehr bezeichnend ist namentlich in den thonigen Sandsteinen der reichliche Gehalt an silberweissen oder röthlichgrauen Glimmerschuppen,

welche zuweilen dermaassen überhand nehmen, dass das Gestein einen förmlichen Sandsteinschiefer darstellt.

Die Sandsteine sind theils weich und zerreiblich, theils fest, und liefern dann sehr gute Bausteine; auch kommen porose, und anderntheils fast dichte, quarzit- oder hornsteinähnliche Varietäten vor, welche sich bei ihrer Unzerstörbarkeit theils durch vorspringende Bänke, theils durch grosse, scharfkantige Blöcke zu erkennen geben; hier und da kennt man auch Schichten von ganz losem Sande.

Die Farbe wird im Allgemeinen durch das Cäment bestimmt; besteht dasselbe nur aus Eisenoxyd oder aus rothem Thone, so erscheint das Gestein einförmig braunroth oder ziegelroth, was sich in sehr vielen Gegenden als das bei weitem herrschende Verhältniss zu erkennen giebt; besteht das Bindemittel aus Kaolin oder weissem Thon, so sind die Sandsteine weiss in verschiedenen Nüancen, wie diess sehr häufig in den obersten Schichten der eigentlichen Sandsteinbildung der Fall ist; besteht das Bindemittel aus grünem, grauem oder blauem Thone, so zeigen auch die Sandsteine eine entsprechende Färbung; endlich kommen auch gelbe und braune Sandsteine vor, welche durch Eisenoxydhydrat gefärbt sind. Im Allgemeinen walten die rothen, die grünen und weissen Farben vor, obgleich die ersteren die häufigsten sind.

In vielen Gegenden, wie in Thüringen und in den benachbarten Ländern, kommen sehr gewöhnlich buntgefärbte Sandsteine vor, indem namentlich rothe und weisse, oder auch rothe und grünliche Farben in Streifen und Flecken durch einander auftreten oder auch lagen- und schichtweise mit einander abwechseln; dergleichen Vorkommnisse sind es, welchen die Formation ihren Namen verdankt. Auch finden sich nicht selten braun gesprenkelte Sandsteine, welche gewöhnlich etwas poros sind, und in weissem, hellgelbem oder hellrothem Grunde zahlreiche, runde, von Eisenoxydhydrat oder Manganoxyd dunkelbraun gefärbte Flecke enthalten.

Die krystallinische Beschaffenheit mächtiger und weit ausgedehnter Schichten der Buntsandsteinformation liefert den Beweis, dass viele dieser Sandsteine nicht als klastische, sondern als krystallinische oder doch wenigstens semikrystallinische Gebilde zu betrachten sind, und dass sehr viele aufgelöste Kieselerde in diejenigen Bassins eingeführt worden sein muss, auf deren Grunde die betreffenden Schichten abgesetzt wurden. Dasselbe gilt aber auch von dem Eisenoxyd, welches die krystallinischen Quarzkörner wie ein Hauch bedeckt, indem diese Sandsteine gewöhnlich roth gefärbt sind. Der vorhin erwähnte Vogesensandstein zeigt die Erscheinung in einer höchst auffallenden Weise, welche einen sehr nahen Zusammenhang derselben mit der krystallinischen Oberfläche der dem Sandsteine eingesprengten Quarzgerölle erkennen lässt. Besonders in den höheren

Gegenden der Vogesen und der Haardt werden die Quarzkörner immer glänzender und scharfkantiger; man bemerkt unter ihnen welche mit einzelnen Krystallflächen, und entdeckt endlich vollständige Quarzkrystalle, welche die Grundpyramide mit abgestumpften Mittelkanten darstellen. Aber auch im Schwarzwalde und in sehr vielen anderen Gegenden Teutschlands lassen die rothen Sandsteine der Buntsandsteinformation eine entschieden krystallinische Ausbildung erkennen, so dass sie im Sonnenlichte funkelnde Lichtreflexe geben, welche von den kleinen Krystallflächen der freilich meist unvollständig ausgebildeten Quarz-Individuen herrühren. Diess bestimmte schon Voigt zu der Ansicht, dass ein grosser Theil der bunten Sandsteine ein chemischer Niederschlag sei (Kleine mineralogische Schriften, I, S. 162), obgleich erst später von Sartorius durch mikroskopische Beobachtungen bewiesen wurde, dass viele ihrer Quarzkörner wirkliche Quarzkrystalle seien. Beiträge zur näheren Kenntniss des Flötzsandsteins 1809.

Sandsteine, deren Bindemittel Dolomit ist, kennt man z. B. an der Südseite des Hunsrück bei Aussen, wo dieses Bindemittel oft so überhand nimmt, dass das Gestein stellenweise gebrochen und gebrannt wird. Auch bei Sulzbad in den Vogesen, bei Bristol in England und anderwärts kommen dergleichen Varietäten vor, wie denn Wackenroder und Schmid auch in den Sandsteinen bei Jena einen häufigen Dolomitgehalt des Bindemittels nachgewiesen und als sehr charakteristisch hervorgehoben haben. Wackenroder, Beiträge zur Kenntniss des Muschelkalkes und bunten Sandsteins bei Jena 1836, S. 24 ff. und Schmid, die geognost. Verhältnisse des Saalthales bei Jena, 1846, S. 8.

Die Sandsteine der Buntsandsteinformation sind oft mit accessorischen Bestandtheilen oder Bestandmassen versehen. Unter den letzteren verdienen besonders die sogenannten Thongallen erwähnt zu werden: nämlich runde, bisweilen auch eckige Concretionen von Thon, welche wohl in keiner Sandsteinbildung häufiger angetroffen werden, und daher schon lange als eine recht charakteristische Eigenthümlichkeit der Buntsandsteinformation hervorgehoben worden sind. Baryt ist gleichfalls keine ganz seltene Erscheinung; auch Braunspath, Kalkspath, Quarz und Cölestin sind hier und da beobachtet worden. Von metallischen Mineralien sind Kupfererze und Eisenerze an vielen, Bleierze an einigen Orten bekannt; doch kommen diese Erze gewöhnlich nur eingesprengt, oder in Trümern, Adern und kleinen Nestern zerstreut vor, weshalb sie keine selbständigen Lager, sondern im günstigsten Falle nur erzführende Gesteinsschichten bilden.

Die Thongallen finden sich vorzugsweise in den thonigen Sandsteinen; sie sind nuss- bis kopfgross, meist rund, linsenförmig, und bestehen aus rothem oder braunem, grünem, grauem oder gelbem Letten. Cotta glaubt, dass sie zum Theil als Fragmente oder Geschiebe von zerstörten Thonschichten zu erklären sind. Neues Jahrb. für Min. 1848, S. 135. — Baryt erscheint theils eingesprengt, als ein wirklicher accessorischer Gemengtheil des Gesteins, theils in Trümern und Nestern; auf die erstere Art kennt man ihn z. B. in

der Gegend von Göttingen, Pyrmont, Basel, Milhau (Aveyron) und in den Hawkstone-Hills in England; Baryt-Trümer werden von vielen Orten erwähnt. Wahrscheinlich dürften die meisten dieser Vorkommnisse in einer gewissen Beziehung zu den selbständigen und oft mächtigen Barytgängen stehen, welche vielorts in der Buntsandsteinformation aufsetzen. Der Kalkspath, der Braunspath und der Cölestin bilden da, wo sie vorkommen, gewöhnlich kleine Drusen in den Cavitäten und Klüften des Gesteins. Mit Quarzkrystallen ausgekleidete Hohldrusen kennt man bei Waldshut in Baden, wo sie nach Rengger bisweilen durch eine mehr als zolldicke Rinde von schneeweissem und blutrothem Quarz vom Sandsteine getrennt sind, und auch mitunter Kalkspath enthalten. Bei Jena kommen gleichfalls Quarzdrusen in einem weissen Sandsteine vor.

Kupfererze, und zwar besonders Malachit und Kupferlasur, finden sich theils eingesprengt, theils in Trümern uud Nestern bei Rohden im Fürstenthume Waldeck, bei Waldshut in Baden, bei Firmy (Aveyron), bei Aussen im Primsthale, bei Wallerfangen unweit Saarlouis, am Cap de la Garonne unweit Toulon, bei Pradoe in Shropshire, und in den Peckforton-Hills in Cheshire; an manchen Punkten sind ganze Schichten dermaassen erfüllt mit diesen Erzen, dass z. B. bei Wallerfangen, Aussen und Pradoe sogar Bergbau darauf betrieben worden ist. Bleiglanz und andere Bleierze kennt man besonders bei St. Avold, westlich von Saarbrück, und bei Commern in Rheinpreussen. Am ersteren Orte sind ganze Schichten des Vogesensandsteins, welche sich durch ihre weisse Farbe von den übrigen Schichten unterscheiden, mit Bleiglanz und Bleicarbonat erfüllt, welche meist eingesprengt, seltener zu kleinen Schnüren und Adern concentrirt sind; die Mächtigkeit dieser bleierzführenden Schichten soll bis 40 Fuss betragen, und die reichlich mit Erz eingesprengten Sandsteine führen den Namen Knotenerze. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei Commern, wo ebenfalls im tiefsten Theile der Formation ein weisser, auf rothem Sandstein und unter Conglomerat liegender Sandstein so reich an eingesprengtem Bleiglanz ist, dass ein recht bedeutender Bergbau verführt wird. Von Eisenerzen wollen wir nur der sogenannten Plattenerze oder Plättelerze, d. h. dünner Schichten eines röthlichbraunen, schieferigen Thoneisensteins gedenken, welche bei Zweibrücken und Homburg im bunten Sandsteine vorkommen, so wie der thonigen Rotheisensteine und Röthelschichten, welche sich hier und da, z. B. bei Naumburg in Thüringen, bei St. Cyprien im Dép. Aveyron innerhalb der Buntsandsteinformation vorfinden. Auch bei Lüthorst in Hannover kommen im weissen Sandsteine zahlreiche Concretionen von Eisenstein vor.

Die Schichten des bunten Sandsteins erlangen oft eine Mächtigkeit von mehren Fuss, sind nicht selten quaderförmig zerklüftet, und werden gewöhnlich durch schmale Lager von Schieferletten, Thon oder Sandsteinschiefer von einander abgesondert. Doch kommen auch dünnschichtige und selbst plattenförmige Sandsteine vor, wie z. B. nach Puton bei Ruaux, wo die Platten so dünn sind, dass sie sogar zum Dachdecken benutzt werden, und nach Bronn bei Nussloch und Weibstadt in Baden, wo Platten bis zu 36 Quadratfuss Grösse bei nur $^3/_4$ Zoll Dicke

gebrochen werden; so wie am Solling, wo die bekannten Sollinger Platten vielfach in Anwendung kommen.

Die Schichten des Buntsandsteins sind es auch, auf deren Unterfläche nicht selten die im ersten Bande S. 512 beschriebenen Krystalloide nach Steinsalz, so wie die Thierfährten, besonders von Chirotherium (I, 509) und mit ihnen zugleich die Leisten und Leistennetze gefunden werden, welche durch Ausfüllung von Rissen unterliegender Thonschichten entstanden sind; (I, 511). Die Wellenfurchen (I, 507) sind gleichfalls eine auf der Oberfläche der Schichten sehr gewöhnlich vorkommende und, selbst in dem abgeschliffenen Gesteine, an einer eigenthümlichen Streifung erkennbare Erscheinung. Endlich zeigt auch der bunte Sandstein ganz besonders häufig die Erscheinung der discordanten Parallelstructur (I, 486); seine Schichten keilen sich mitunter ziemlich rasch aus, oder haben die Gestalt sehr flacher Linsen, welche seitwärts in einander greifen*).

Von anderen Gesteinsformen sind besonders Kugeln zu erwähnen, welche gewöhnlich durch eine Concentration von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat gebildet worden sind, und von verschiedener Grösse vorkommen. Sehr selten sind prismatische Gesteinsformen, dafern wir nämlich von jener säulenförmigen Zerklüftung absehen, welche durch Basalte und andere plutonische Gesteine hervorgebracht worden ist. Schliesslich müssen wir noch der Spiegelklüfte gedenken, welche mehrorts im Buntsandsteine auf eine merkwürdige Weise nachgewiesen worden sind, und auf eine gewaltsame, aber regelmässige Bewegung der an einander gränzenden Sandsteinmassen schliessen lassen.

Kugelige Concretionen kennt man z. B. im Schwarzwalde am Kniebis, wo sie aus einer eisenschüssigen Kugelschale mit einem Kerne von Sandstein bestehen, und häufig vorkommen; ähnlicher Kugeln gedenkt Walchner noch von anderen Punkten, und G. Leonhard vom Gaisberge bei Heidelberg, wo sie neuerdings sehr schön vorgekommen sind. Geognostische Skizze von Baden, S. 70. Bei Sulzbad im Elsass ist nach Daubrée eine mächtige Sandsteinschicht in grosse, concentrisch schalige Ellipsoide von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter Durchmesser abgesondert. Daubrée a. a. O. S. 103. Am Clive-hill fand Aikin in einem weichen, weissen Sandsteine erbsen- bis faustgrosse Kugeln eines festen durch Baryt gebundenen Sandsteines; bei Commern sollen ähnliche Sandsteinkugeln durch Bleicarbonat gebildet vorkommen. Für die seltene säulenförmige Absonderung ist bereits Bd. I, S. 523 ein merkwürdiges Beispiel aus der Gegend von Olioules bei Toulon angeführt worden. Daubrée gedenkt einer ähnlichen Erscheinung aus den Vogesen, wo die schmäleren

*) *Daubrée descr. du dép. du Bas-Rhin, p.* 106. Bronn, Gäa Heidelbergensis, S. 105.

Sandsteinschichten bisweilen durch senkrechte Klüfte in ganz niedrige polygonale Prismen oder Tafeln abgesondert sind; a. a. O. S. 103. — Schöne Spiegelflächen oder Rutschflächen auf den Klüften des Buntsandsteins erwähnt Kapp aus der Gegend von Pirmasenz und Commern; an letzterem Orte erscheint da, wo das Gestein besonders reich an Bleiglanz ist, dieser letztere mit in die Spiegelbildung hineingezogen. Neues Jahrb. f. Min. 1840, 339. Bei Neckarsteinach in Baden fand G. Leonhard die schönsten Reibungsflächen auf den Klüften des Buntsandsteins, obgleich in der ganzen Umgegend kein plutonisches Gestein nachzuweisen ist. Althaus hat dieselbe Erscheinung bei Marburg auf eine merkwürdige Weise beobachtet, indem dort die Spiegelklüfte nur innerhalb einer einzigen Schicht vorkommen sollen, deren verticale Klüfte horizontal gestreift sind (Neues Jahrb. 1837, 542), während später Braun dieselben Spiegel als eine in der ganzen Umgegend sehr verbreitete Erscheinung nachwies, und nach ihrem Sein und Werden überaus weitschweifig besprach. Ebendaselbst, 1842, 656 ff.

3. Schieferletten, Thone und Mergel.

Nächst den Sandsteinen sind es besonders die rothen und bunten Schieferletten, Thone und Mergel, welche einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Buntsandsteinformation nehmen, deren oberste Abtheilung gewöhnlich von ihnen gebildet wird, während sie bisweilen auch die ganze Formation eröffnen. Da eine dunkelrothe Farbe sehr vorwaltend zu sein pflegt, so hat Gutberlet für diese obere Abtheilung den Namen Röth in Vorschlag gebracht, mit welchem die Landleute der Gegend von Fulda den betreffenden Boden belegen.

Der Thon, welcher das eigentliche Substrat dieser Gesteine bildet, ist meist bräunlichroth oder amaranthroth, doch häufig auch grünlichgrau bis berggrün, oder blaulichgrau, zuweilen auch gelblichgrau bis ockergelb, mit Glimmerschüppchen und feinem Sande gemengt, in der Regel kalkhaltig und mergelig, schieferig und dünnschichtig, und liefert einen ausserordentlich fruchtbaren Ackerboden. Die Mergel bestehen aus einem innigen Gemenge von Kalk- und Magnesiacarbonat mit Thonerdesilicat, und sind durch Eisenoxyd und Thon gefärbt.

Mit Ausnahme des Gypses, welcher als eine äusserst häufige Erscheinung recht eigentlich an diese bunten Thone und Mergel gewiesen ist, lassen sich nur wenige Accessorien nennen. Nach Mencke kommt in der Gegend von Pyrmont Eisenglimmer theils eingesprengt, theils in kleinen Nestern vor. Cölestin findet sich bisweilen in Nieren, Kugeln, Lagen und Adern, wie bei Bristol, Tortworth, und bei Knaresborough in Yorkshire. Brauneisenerz bildet mehrzöllige Lager zwischen Laufach und Sailauf, so wie zwischen Soden und Schweinheim in der Gegend von Aschaffenburg. Geoden von Chalcedon, mit Quarz- und Kalkspathkrystallen, kennt man bei Alzon unweit le Vigan; auch Kupfererze sind hier und da sparsam gefunden worden.

4. Rogenstein.

An die sehr kalkreichen bunten Mergel schliessen sich die Rogensteine an, deren petrographische Beschreibung im ersten Bande S. 670 gegeben worden ist. Sie pflegen gewöhnlich die untersten Schichten der ganzen Formation zu bilden, und erlangen in einigen Gegenden eine ziemliche Bedeutung, während sie in den meisten Gegenden vermisst werden.

Bei Wolfenbüttel findet sich eine eigenthümliche Varietät des Rogensteins, deren Körner zu fussgrossen Kugeln und Knollen verwachsen sind, die sich von der übrigen Gesteinsmasse sehr bestimmt unterscheiden. Bei Winnrode dagen kommt eine Varietät mit concentrisch-schaliger Absonderung vor, welche daselbst unter dem Namen Napfstein bekannt ist, und Schalen von mehren Fuss Durchmesser zu allerlei häuslichem Gebrauche liefert. — Ueber die Bildung der Rogensteine ist auch zu vergleichen: Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 43.

5. Dolomit und dolomitische Kalksteine.

Wie der Dolomit schon als das Bindemittel oder Substrat mancher Sandsteine vorkommt, so erscheint er auch bisweilen in der Form von Knollen oder Knauern; z. B. in den Vogesen zwischen Forbach und Sarreguemines, wo der Vogesensandstein von dem oberen bunten Sandsteine durch eine 2 Meter mächtige Schicht getrennt wird, welche aus grossen Knauern eines blassgelben, nach aussen rothen, krystallinischkörnigen Dolomites besteht, die durch violettgrauen, glimmerigen und sandigen Thon verbunden sind*). Besonders wichtig aber ist der sogenannte Wellendolomit, welcher als das oberste, fossilreiche Glied der Buntsandsteinformation in vielen Gegenden, zumal an beiden Rheinufern, im Elsass und in Lothringen einerseits, in Baden und Würtemberg anderseits bekannt ist.

Dieser Wellendolomit ist ein festes, gelbes oder gelblich-graues Gestein, dessen Bänke eine wellenförmig gerunzelte Oberfläche besitzen, nach oben mit Thonschichten wechseln, und dann reich an organischen Ueberresten sind; auch enthalten sie nicht selten Kupfererze. Sowohl der Reichthum an Fossilien, als auch die sehr bestimmte Lagerungsstelle, als Schlussstein der ganzen Formation, verleihen diesem Dolomite ein ganz besonderes Interesse. Aehnliche, durch Sand oder Gyps verunreinigte, und durch das Vorkommen von Rhizocorallium und von Conchylien charakterisirte Dolomitschichten kommen auch bei Jena in der oberen Etage der Formation, an der Gränze des Gypses und der bunten Mergel vor.

*) Elie de Beaumont, in den *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France I, p.* 123.

6. Gyps und Anhydrit.

Gyps ist ein fast beständiger Begleiter der bunten Thone und Schieferletten, welche die eigentliche Lagerstätte desselben bilden; weit seltener findet sich Anhydrit, obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass viele Gypsstöcke ursprünglich Anhydrit gewesen sind.

Dieser Gyps der Buntsandsteinformation bildet theils als körniger, schuppiger, flaseriger und dichter Gyps lenticulare oder auch ungestaltete Stöcke und Klötze, welche einzeln oder mehrfach beisammen in den bunten Thonen auftreten; theils bildet er als Fasergyps dünne Lagen, Trümer und Adern, welche die bunten Thone und Mergel nach verschiedenen Richtungen durchziehen. Doch breiten sich auch die vorerwähnten Gypsstöcke bisweilen zu stetig ausgedehnten und weit fortsetzenden Flötzen aus.

Der schuppigkörnige und der dichte Gyps, als die herrschenden Varietäten, sind meist graulich- und grünlichweiss, oft blaulich- und grünlichgrau, auch gelb und roth, zuweilen gestreift oder geadert. Häufig erscheinen sie porphyrartig durch einzelne, grössere, dunkelfarbige (graue oder braune) Gyps-Individuen, oder cavernos mit Drusen von Gypskrystallen, oder auch mit Nestern von Fraueneis oder strahligem Gypse. Auch erdiger Gyps findet sich nicht selten, zumal an der Oberfläche der Stöcke. — Der Fasergyps ist gewöhnlich gelblich- oder röthlichweiss, gerad- oder krummfaserig, und lässt in den Trümern oft eine symmetrische Ausbildung mit einer medianen Demarcationsfläche erkennen, während die Lagen oft Thonlamellen umschliessen.

Ungemein charakteristisch ist nach Freiesleben ein grünlichgraues, feinerdiges Mineral, ein Mittelding zwischen grünem Thon und Chloriterde, welches den körnigen und flaserigen Gyps in dünnen Streifen und Adern durchzieht, auch wohl innig imprägnirt, und ihm so eine grünlichgraue Farbe ertheilt. Wie für den Gyps des Zechsteins die durch Bitumen verursachte braune Färbung, so ist für den Gyps des Buntsandsteins diese grünlichgraue Färbung äusserst bezeichnend.

In den Gypsbrüchen bei Artern erkannte v. Alberti im frischen Bruche des Gesteins noch Anhydrit. Halurg. Geologie I, 451.

7. Steinsalz.

Schon früher sind mehrfach Spuren von Kochsalz in den Gypsen der Buntsandsteinformation nachgewiesen worden; in neuerer Zeit hat man aber auch förmliche Lager oder Stöcke von Steinsalz kennen gelernt, welche der oberen Abtheilung der Formation eingelagert sind; so z. B. bei Schöningen im Herzogthum Braunschweig, bei Liebenhall (unweit Salzgitter) und bei Sülbeck in Hannover*).

*) Nach v. Strombeck, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 219, und in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, S. 304 f.

8. Steinkohle.

Kohlige Substanzen sind in der Buntsandsteinformation nur äusserst selten vorgekommen; ja, es scheint sogar noch zweifelhaft zu sein, ob die angeblichen Vorkommnisse wirklich hierher gehören.

Nach Emilien Dumas kennt man bei Pompidon (Lozère) eine 0,3 Meter starke Schicht Pechkohle im Sandsteine der dortigen Triasformation, und nach Kudernatsch sollen die Kohlenflötze von Steierdorf im Banate der oberen Etage der dasigen Buntsandsteinformation eingelagert sein. Neues Jahrb. für Min. 1848, S. 606.

§. 393. *Gliederung, Architektur und Lagerung der Buntsandsteinformation.*

Die im vorhergehenden Paragraphen betrachteten Gesteine der Buntsandsteinformation kommen keinesweges ohne alle Ordnung und Regel durch einander vor, sondern behaupten mehr oder weniger eine bestimmte Lagerungsfolge, in welcher sich eine entsprechende Gliederung der ganzen Formation zu erkennen giebt. Nur der Gyps scheint sich auch hier, wie in vielen anderen Formationen, an keine bestimmte bathrologische Stelle zu binden; was vielleicht auch für das Steinsalz und für die dasselbe begleitenden Gesteine anzunehmen ist.

In den meisten Gegenden ihres Vorkommens lässt sich für die Buntsandsteinformation eine dreifache Gliederung geltend machen, indem gewöhnlich drei Etagen zu unterscheiden sind, welche an ihren Gränzen durch Wechsellagerung der Gesteine verbunden zu sein pflegen, übrigens aber in verschiedenen Gegenden eine verschiedene Mächtigkeit, zum Theil auch eine verschiedene petrographische Beschaffenheit besitzen können. Diess Letztere gilt besonders von der unteren Etage, welche bald durch Sandstein, bald durch bunte Mergel oder auch durch Rogensteine charakterisirt wird, während die mittlere Etage überall aus Sandstein, die obere Etage aber aus bunten Mergeln besteht.

1. Untere Etage.

Die Buntsandsteinformation beginnt in einigen Gegenden, wie namentlich in den Vogesen und im Schwarzwalde, mit jenen quarzigen, hellrothen, oft conglomeratartigen und sehr krystallinischen Sandsteinen, welche den Namen Vogesensandstein erhalten haben, von manchen Geologen als eine selbständige Bildung, von den meisten jedoch als ein Glied der Buntsandsteinformation betrachtet werden, und stellenweise eine solche Mächtigkeit erreichen, dass sie wohl die untere und die

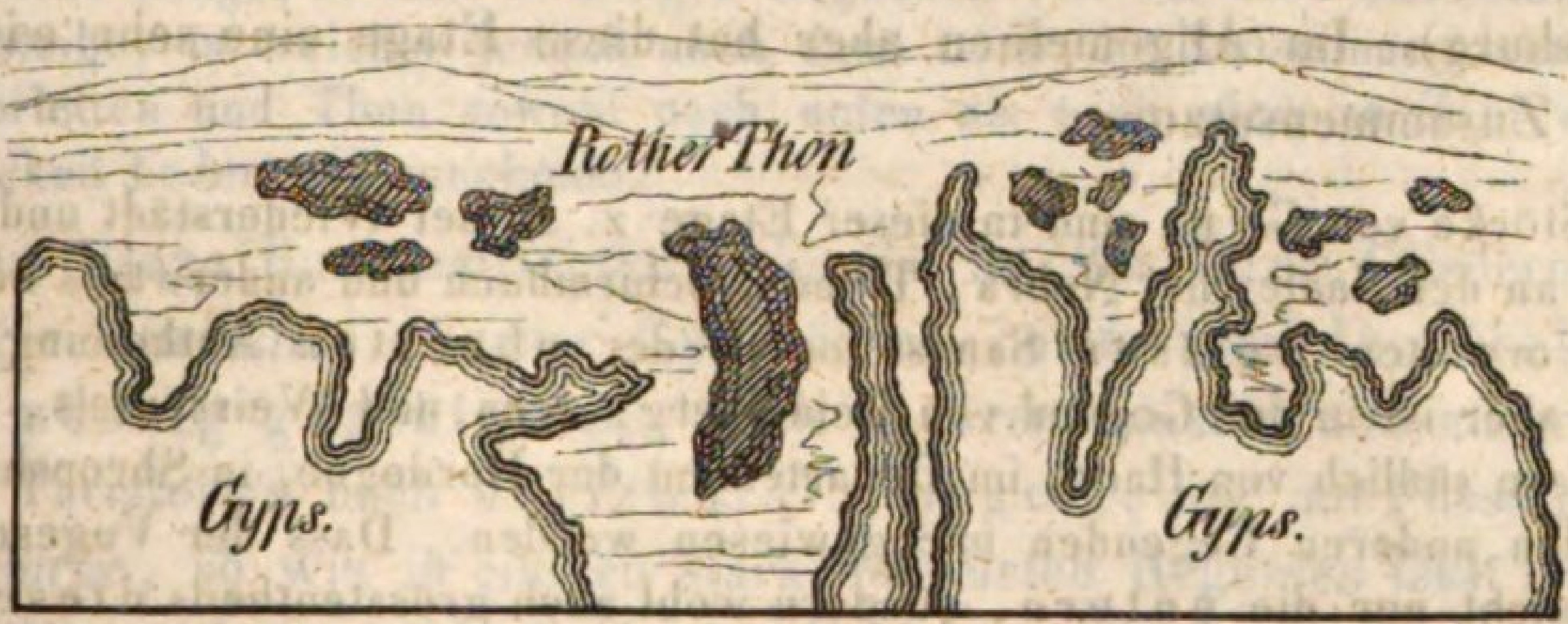
mittlere Etage in sich vereinigen dürften; denn in den Vogesen steigt ihre Mächtigkeit bis 400 Meter, oder über 1200 Fuss.

Die eigenthümliche petrographische Beschaffenheit des Vogesensandsteins kann keinen Grund zu seiner Trennung abgeben, da sie sich auch in anderen Gegenden, wie z. B. am Sollinger Walde und mehrorts in England vorfindet. Die wichtigsten Gründe, durch welche man jene Trennung zu rechtfertigen suchte, bestehen in dem fast gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten und in der discordanten Lagerung, welche an mehren Orten zwischen dem Vogesensandsteine und den über ihm folgenden Sandsteine nachgewiesen worden ist. Allein die Hauptmasse des bunten Sandsteins ist fast überall frei von Fossilien, und diess um so mehr, je krystallinischer das Gestein ist; die stellenweise discordante Lagerung aber beweist nur, dass locale Störungen der ursprünglichen Lagerung Statt gefunden haben, dergleichen ja mitten im Laufe einer geologischen Periode eben so wohl vorgekommen sein können, als vor dem Anfange, oder nach dem Ende derselben. Daher haben sich die meisten Geologen, und vor Allen auch v. Alberti, der gründliche Kenner der Trias, für die Zugehörigkeit des Vogesensandsteins zur Buntsandsteinformation erklärt. In der That vereinigen sich auch manche petrographische und geotektonische Gründe zur Bekräftigung dieser Ansicht, welche übrigens auch durch ganz einzelne organische Ueberreste bestätigt wird, die im Vogesensandsteine vorgekommen sind. Mougeot hat nämlich in dem Conglomerate von Boremont sehr schön erhaltene Abdrücke von *Calamites arenaceus* gefunden, und bei Villingen ist der Schädel eines Labyrinthodon nachgewiesen worden, welche Formen beide für die Trias höchst charakteristisch sind*). Die krystallinische Beschaffenheit und das Vorkommen von Thongallen theilt der Vogesensandstein mit den anderen Sandsteinvarietäten, welche ihm doch in der Regel gleichförmig aufgelagert, und durch allmälige Uebergänge verbunden sind.

In manchen Gegenden wird die Buntsandsteinformation zwar mit Conglomeraten eröffnet, welche nach oben in Sandstein übergehen, aber nur selten eine solche Mächtigkeit erlangen, dass sie als eine selbständige Etage gelten können. Dergleichen Grundconglomerate kennt man z. B. in Frankreich, in den Departements des Aveyron und des Var, im Odenwalde, und bei Haffield an der Ostseite der Malvernhills. In noch anderen Gegenden, wie z. B. vielorts in Thüringen, Franken und Schwaben beginnt die Formation mit einer aus bunten Mergeln, Schieferletten und Sandsteinschiefer bestehenden Etage, welcher auch bisweilen Gypsstöcke eingelagert sind, so dass dann die untere Etage der oberen sehr ähnlich wird. Endlich findet sich auch hier und da, wie namentlich in den Umgebungen des Harzes, ein besonders durch Rogenstein und Hornkalk ausgezeichnetes Schichtensystem.

*) *Explication de la carte géol. I, p.* 376, wo auch erwähnt wird, dass Hogard bei Bains und bei Plombières Calamiten gefunden hat. Herm. v. Meyer, die Saurier des Muschelkalkes, 1847, S. 3.

In Thüringen und im Mansfeldischen ist die untere Schieferletten-Etage mit stockartigen, oft sehr regellos gestalteten Gyps-Einlagerungen versehen, welche bisweilen in sehr auffallenden Formen hervortreten, indem der Gyps mit keilförmigen, plattenförmigen oder zackigen Apophysen in den Thon hinausgreift, wodurch die Oberfläche dieser Gypsstöcke eine höchst unregelmässige, an die Verhältnisse eruptiver Gesteine erinnernde Begränzung gewinnt; wie beifolgendes, aus Alberti's halurgischer Geologie entlehntes Bild zeigt.



Diebskammer-Gypsbruch bei Eisleben.

Mitunter erscheinen diese Gypsstöcke nach allen Richtungen zerborsten, oder in einzelne Klötze zerstückelt, welche durch rothen Thon, Sand und Gyps zusammengehalten werden; wie denn überhaupt Klüfte, Spalten und Höhlungen zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Hier und da behaupten diese Gypsmassen ein so tiefes Niveau, dass sie unmittelbar auf dem Zechsteingypse liegen; (Leinungen). Die merkwürdigen Formen dieser Gypsstöcke mögen ihre Erklärung zum Theil darin finden, dass sie ursprünglich aus Anhydrit bestanden, welcher erst später einer allmäligen Umwandlung zu Gyps unterlag, und dabei eine solche Anschwellung und Aufblähung erfuhr, dass er sich gewaltsam in die aufliegenden Thone eindrängte.

Durch mächtige und weit ausgedehnte Rogenstein-Ablagerungen ist die untere Etage des Buntsandsteins besonders ausgezeichnet im Herzogthum Bernburg und den angränzenden Ländern, wo sich der Rogenstein über mehre Quadratmeilen verbreitet, und in dem Striche von Wernigerode bis nach Sandersleben, wo er sich auf 8 Meilen Länge fast ununterbrochen als das tiefste Glied der Formation zu erkennen giebt. Eben so erscheint er in dem Landstriche von Magdeburg nach Weserlingen, in der Gegend von Eisleben und Sangerhausen, bei Königslutter und an anderen Orten, und wird nicht selten, eben so wie der bunte Mergel, von Gypsstöcken begleitet.

2. Mittlere Etage.

Die mittlere und gewöhnlich auch die mächtigste Etage der Buntsandsteinformation wird hauptsächlich von Sandstein gebildet. In ihr herrschen die bald einfarbig rothen, bald buntfarbigen, mehr oder weniger dickschichtigen, theils sehr thonigen und mit Thongallen versehenen, theis auch cämentarmen und dann oft sehr krystallinischen Sandsteine bei weitem vor, während die Schieferletten, Thone und Sandsteinschiefer nur

in schmalen Zwischenlagen auftreten, und höchstens in den seltenen Fällen eine grössere Bedeutung gewinnen, wo auch in dieser Etage Gypsstöcke vorkommen.

In sehr vielen Gegenden wird diese Etage nach oben durch weisse oder hellfarbige Sandsteine geschlossen, welche zuweilen eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangen, und deren kaolinartiges Bindemittel hier und da sogar einen Gegenstand der Gewinnung bildet; (Steinheide, Elgersburg). Im Allgemeinen aber hat diese Etage eine sehr einförmige Zusammensetzung.

Stöcke von Gyps sind in dieser Etage z. B. bei Wiederstädt und Laublingen an der Saale, bei Nebra, Tilleda, Schirmbach und anderwärts bekannt. Das Vorwalten weisser Sandsteine in der obersten Abtheilung dieser Etage aber ist in der Gegend von Heidelberg, Jena und Weissenfels, an den Saalufern südlich von Halle, im Departement der Dordogne, in Shropshire und in vielen anderen Gegenden nachgewiesen worden. Dass der Vogesensandstein nicht nur die untere, sondern wohl auch grösstentheils diese Etage mit repräsentirt, wurde bereits bemerkt.

3. Obere Etage.

Die letzte Etage der Buntsandsteinformation wird in den meisten Territorien von bunten Thonen, Mergeln und Schieferletten gebildet, denen nur noch schmale und oft schieferige Sandsteinschichten eingeschaltet sind, während vielorts, aber keinesweges überall, Gyps, theils als Fasergyps in Lagen und Trümern, theils als körnigschuppiger Gyps, als Thongyps oder Sandgyps, in Stöcken, Lagern und Klötzen auftritt; ja in manchen Gegenden bildet dieser Gyps weit fortsetzende und mächtige Ablagerungen zwischen dem Sandstein und den bunten Mergeln; so z. B. bei Jena, wo er am Hausberge 150 bis 200 Fuss mächtig ist, und nach oben durch eine an *Rhizocorallium* reiche Dolomitschicht begränzt wird; ferner im Unstrutthale an mehren Orten, in der Gegend von Worbis, wo er bei Hainrode an 100 Fuss mächtig und über eine Meile weit ununterbrochen zu verfolgen ist, im Fürstenthume Waldeck, u. s. w. Ueberhaupt ist es wohl gerade diese Etage, an welche die Gypse der Buntsandsteinformation vorzugsweise gewiesen sind. Dasselbe gilt auch von den seltenen Steinsalzlagern, die bis jetzt in dieser Formation nachgewiesen wurden.

Obwohl die dunkel braunrothe Farbe der Mergel und Thone vorzuwalten pflegt, so verleihen doch die häufigen Wechsel verschiedentlich gefärbter Gesteine und die band- oder netzartigen Durchflechtungen mit Fasergyps dieser Etage oft ein sehr buntscheckiges Ansehen. Ihre obere Gränze aber wird in vielen Gegenden, wie z. B. im Elsass und in

Lothringen, im Schwarzwalde, bei Meiningen u. s. w. durch die oben beschriebenen Wellendolomite gebildet, welche daher als die äussersten Gränzsteine der Buntsandsteinformation zu betrachten sind.

Obwohl diese obere Etage stellenweise eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangt, wie z. B. bei Rüdersdorf und Jena, wo sie bis 450 Fuss stark wird, so ist sie doch keinesweges überall vorhanden, sondern bisweilen gar nicht zur Ausbildung gekommen. Dasselbe gilt auch mehr oder weniger von der unteren Etage, so dass in einigen Gegenden fast nur die Sandsteinbildung übrig bleibt, in welcher jedoch auch dann noch die Zwischenschichten von Schieferletten und Thon sowohl nach unten als nach oben an Zahl wie an Mächtigkeit bedeutend zunehmen.

Die ganze Buntsandsteinformation ist in allen ihren Gliedern, mit alleiniger Ausnahme mancher Gypsstöcke, immer sehr deutlich und regelmässig geschichtet, auch in ihren meisten und ausgedehntesten Territorien noch horizontal gelagert; nur am Fusse gewisser Gebirge, so wie in einigen stark dislocirten Regionen lässt sie eine mehr oder weniger steil aufgerichtete Schichtenstellung, und einen gefalteten oder gebrochenen Schichtenbau erkennen. Auch folgen sich in der Regel alle Glieder und Etagen in völlig concordanter Lagerung, so wie die ganze Formation dem Zechstein concordant aufgelagert ist, und vom Muschelkalke ganz gleichförmig bedeckt wird, mit welchem letzteren sie überhaupt auf das Innigste verbunden erscheint.

Die hier und da beobachteten Discordanzen der Lagerung zwischen dem Vogesensandstein und dem später gebildeten Sandsteine sind wohl, eben so wie die in der Umgebung der Gypsstöcke vorkommenden Windungen, Aufrichtungen und Zertrümmerungen des Schichtenbaues, nur als locale Erscheinungen zu betrachten.

Ihr ursprüngliches Niveau dürfte die Buntsandsteinformation wohl nirgends mehr besitzen, da sie auf dem Grunde des Meeres gebildet worden ist. In einigen Gegenden ist sie zu bedeutenden Höhen hinaufgedrängt worden, wie z. B. in den Vogesen und im Schwarzwalde, wo sie am Haut-du-Roc und Grand-Donon 3100, am Hornisgrind 3600, am Kniebis über 2900 Fuss aufragt. Die auf den Höhen beider Gebirge vorfindlichen, aus ungeheueren Sandsteinblöcken bestehenden Felsenmeere mögen wohl zum Theil in der späteren Erhebung ihre Ursache haben, da sie unmöglich durch Verwitterung oder durch Strömungen gebildet worden sein können*).

Die Mächtigkeit der Buntsandsteinformation ist in verschiedenen Gegenden sehr verschieden. In Thüringen soll sie nach Credner gewöhn-

*) G. Leonhard, Geogn. Skizze des Grossherz. Baden, S. 68.

lich zwischen 600 und 900 Fuss betragen; doch ist sie stellenweise weit bedeutender; im nordwestlichen Teutschland wird sie im Mittel auf 800, im Maximo auf 1100 Fuss veranschlagt; bei Mondorff im Grossherzogthum Luxemburg ist die Formation in ihrer ganzen Mächtigkeit mit 975 Fuss durchbohrt worden. Der Vogesensandstein allein wird in den Vogesen stellenweise über 1200 Fuss mächtig, während die darauf folgenden Sandsteine und Mergel im Elsass nur 100, und in Lothringen 150 bis 200 Fuss mächtig sind.

Wo der bunte Sandstein in grösseren und stetig ausgedehnten Ablagerungen auftritt, da bildet er entweder Plateaus oder auch Bergketten, welche durch tief einschneidende, gewundene Thäler mit schroffen Felsengehängen in breite Jöcher getheilt werden, auf den Höhen eine sehr einförmige Ausdehnung zeigen, in den Thälern aber eine grosse Manchfaltigkeit der Formen entfalten, unter denen sich bisweilen sehr auffallende und abenteuerliche Felsgestalten auszeichnen. Wo er am Abfalle von Gebirgen zu grösseren Höhen aufsteigt, oder selbst den Gebirgsrücken bildet, da erscheint er auch in grossartigeren Bergformen, welche bisweilen auf ihren Gipfeln von Felsenmeeren oder Blocklabyrinthen bedeckt werden, während ihre Abhänge von tiefen, schroffen Schluchten durchrissen sind.

§. 394. *Organische Ueberreste der Buntsandsteinformation.*

Die Buntsandsteinformation ist im Allgemeinen sehr arm an organischen Ueberresten, und lässt gewöhnlich in ihrer ganzen Mächtigkeit keine einzige fossilhaltige Schicht erkennen; nur einzelne Gegenden machen eine Ausnahme, indem sie in gewissen Schichten eine ziemliche Menge von theils vegetabilischen, theils animalischen Ueberresten geliefert haben, von welchen letzteren es schon v. Schlotheim erkannte, dass sie mit denen des Muschelkalkes wesentlich identisch sind *). Der eigentliche Vogesensandstein, die bunten Thone und der Gyps sind in der Regel ganz frei von Fossilien; wogegen die thonigen Sandsteine, gewisse Mergel, besonders aber der Wellendolomit als die hauptsächlichen Lagerstätten derselben zu betrachten sein dürften. Ueberhaupt aber finden sich die organischen Ueberreste fast nur als Steinkerne und Abdrücke, mit Ausnahme der wirklich petrificirten Hölzer.

Berühmt sind, namentlich wegen ihrer Pflanzenreste, die Steinbrüche von Sulzbad oder Soultz-les-Bains und Wasselonne im Dép. du Bas-Rhin, die von Ruaux (bei Plombières), von Fontenay, Domptail und Epinal im Dép. des

*) Freiesleben, geognostische Arbeiten, Bd. IV, 1815, S. 273.

Vosges, die von Bubenhausen bei Zweibrücken und von Durlach in Baden. Die Gegend von Sulzbad, Domptail, Ruaux, Jena, Bernburg und die Wellendolomite des Schwarzwaldes haben besonders viele thierische Ueberreste geliefert.

Die Pflanzenreste erscheinen meist als braun gefärbte Abdrücke und Steinkerne theils im Sandsteine, theils in den ihn begleitenden Mergeln und Schieferthonen; doch kommen auch oft Fragmente von Coniferenholz vor, welche durch Eisenoxydhydrat und Kieselthon versteinert sind. Einige der wichtigsten und zum Theil sehr charakteristischen Pflanzenformen sind folgende*):

Calamites arenaceus Bronn.
Crematopteris typica Schimp.
Caulopteris Voltzii Schimp.
Anomopteris Mougeotii Schimp.
Cottaia Mougeotii Schimp.
Palaeoxyris regularis Brogn.
Aethophyllum speciosum Brogn.
Schizoneura paradoxa Schimp.
Echinostachys oblonga Brogn.
Voltzia heterophylla Brogn.
Albertia elliptica Schimp. = *Haidingera ell.* Ung.

Unter den hier genannten Pflanzen sind unstreitig *Calamites arenaceus*, *Anomopteris Mougeotii* und *Voltzia heterophylla* als die drei häufigsten, verbreitetsten und daher wichtigsten hervorzuheben.

Von thierischen Ueberresten sind, mit Ausnahme von Saurierknochen und anderen Spuren von Reptilien, bis jetzt nur solche gefunden worden, welche auch im Muschelkalke vorkommen, so dass die Fauna des Buntsandsteins mit jener des Muschelkalkes identisch, und nur noch etwas ärmer ist, als diese. Die Conchylien finden sich, wie Voltz und Quenstedt bemerken, in einem eigenthümlichen Zustande; die Schalen derselben, mit Ausnahme jener von *Lingula* und *Terebratula*, sind nämlich völlig verschwunden, haben aber nur äussere Abdrücke und diesen entsprechende äussere Steinkerne hinterlassen, so dass eigentliche innere Steinkerne gar nicht vorkommen.

Quenstedt nennt diess eine, der ganzen Trias eigenthümliche Steinkernbildung, bei welcher nicht, wie gewöhnlich, blos die hohlen Räume der Muscheln ausgefüllt sind, sondern die Steinkernmasse auch an die Stelle der frühern Schale getreten ist. Die Schale musste sich daher schon chemisch zersetzen, während der Kalkschlamm noch nachdrang. Jedenfalls aber sei diese, bisher

*) Schimper und Mougeot haben eine treffliche Arbeit über die Pflanzenreste des Buntsandsteins der Vogesen unter dem Titel: *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré*, 1844 geliefert.

so wenig beachtete Beschaffenheit der Steinkerne eines der wichtigsten Merkmale für die Wiedererkennung des Wellendolomites, so wie der ganzen Muschelkalkformation in vielen Ländern. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 30.

Die wichtigsten thierischen Formen aus den Schichten der Buntsandsteinformation sind etwa folgende:

Rhizocorallium Jenense Zenk. *XXII*, 1, bei Jena, in den über dem Gypse liegenden unreinen Dolomitlagen*).
Lingula tenuissima Bronn, *XXII*, 6.
Terebratula vulgaris Schloth. *XXII*, 9.
Pecten laevigatus Bronn, *XXII*, 18.
. . . . *discites* Bronn, *XXII*, 19.
Lima striata Desh. *XXII*, 20.
. . . *lineata* Desh. *XXII*, 21.
Posidonomya minuta Bronn, *XXII*, 22.
Gervillia socialis Quenst. *XXIII*, 3.
. *costata* Quenst. *XXIII*, 3.
Avicula Albertii Gein. *XXIII*, 4.
Mytilus eduliformis Bronn, *XXIII*, 11.
Myophoria vulgaris Bronn, *XXIII*, 17.
. *curvirostris* Bronn, *XXIII*, 14.
. *laevigata* Alb.
. *cardissoides* Alb. *XXIII*, 16.
Myacites musculoides Schloth. *XXIII*, 19.
. *ventricosus* Schloth. *XXIII*, 20.
. *elongatus* Schloth. *XXIII*, 21.
. *mactroides* Schloth. *XXIII*, 22.
Turritella scalata Goldf. *XXIV*, 1.
Melania Schlotheimii Quenst. *XXIII*, 25.
Natica Gaillardotii Lefroy, *XXIII*, 29.
Trochus Albertinus Ziet. *XXIV*, 2.
Ceratites Buchii nach Quenstedt, häufig im Wellendolomite Schwabens, als kleine, verkieste, niemals zollgrosse Steinkerne.
Pemphix Albertii Mey.
Trematosaurus Brauni Burm.

Man kennt auch noch Ueberreste von anderen Sauriern, Fischzähne u. s. w. Besonders interessant aber und schon vielorts nachgewiesen sind Fusstapfen von *Chirotherium* und anderen Reptilien. Ausser den zuerst bekannt gewordenen von Corncockle-Muir im Annanthale in Dumfriesshire, über welche jetzt Jardine eine Monographie unter dem Titel *The Ichnology of Annandale* herausgegeben hat, kennt man namentlich die grösseren Fährten von Hessberg bis Hildburghausen, von Storeton-

*) Die Zahlen beziehen sich auf die Tafeln und Figuren unseres kleinen Atlas.

hill und Tarporley in Cheshire, von Jena, von Kahla und von anderen Orten, so dass sie gar nicht mehr zu den seltenen Erscheinungen gehören, und dass die Thiere, von welchen sie herrühren, während der Bildungsperiode des Buntsandsteins ziemlich verbreitet gewesen sein müssen.

Zweites Capitel.

Muschelkalkformation.

§. 395. *Gesteine der Muschelkalkformation.*

Die Formation des Muschelkalkes, welche Leopold v. Buch eine vorzugsweise teutsche Formation nannte, ist in der That nirgends in Europa so verbreitet, aber auch nirgends so genau erforscht worden, als in Teutschland, daher sich denn auch unsere Schilderung zunächst auf ihre Ausbildungsweise in diesem Lande beziehen wird.

Der Name Muschelkalk rührt von Füchsel her, welcher schon im Jahre 1761 eine *series testaceo-calcarea* aufführte, und 1773 zuerst den Ausdruck Muschelkalkgebirge gebrauchte. Die Franzosen bedienen sich theils der Uebersetzung *calcaire coquillier* oder *calcaire conchylien*, theils auch unmittelbar des teutschen Wortes, welches die Engländer gleichfalls adoptirt haben. Der Name hat nun einmal Eingang gefunden, und wird nicht so leicht durch einen anderen verdrängt werden, obgleich er nicht ganz passend ist, weil viele Schichten des Muschelkalkes keine Fossilien enthalten, und weil die Kalksteine anderer Formationen zum Theil noch weit reicher an Muscheln sind, als die des Muschelkalkes.

Wie der Name besagt, ist dieses mittlere Glied der Trias vorzugsweise eine Kalksteinformation; allein ausser den eigentlichen Kalksteinen und Mergeln spielen auch noch Dolomit, Gyps, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz eine sehr wichtige Rolle. Doch sind Kalkstein, Mergel und Dolomit als die bei weitem vorherrschenden Gesteine zu betrachten, während die vier zuletzt genannten Gesteine keine so allgemeine Verbreitung besitzen, obgleich sie in anderer Hinsicht eine sehr grosse Bedeutung erlangen. Von Kohlen werden nur seltene und ganz unbedeutende Spuren erwähnt.

1. Kalksteine.

Die Kalksteine der Formation sind zwar sehr manchfaltig, und treten auch in verschiedenen Gegenden mit verschiedenen Eigenschaften auf, wie diess ja bei sedimentären Gesteinen zu erwarten ist. Desungeachtet erscheinen fast überall gewisse Varietäten mit ziemlich bestimmten Eigenschaften, auch ungefähr in demselben Niveau, und sind daher mit

besonderen Namen belegt worden. Als die wichtigsten, weit verbreiteten und wohl charakterisirten Varietäten sind der Wellenkalk, der Schaumkalk, der Hauptmuschelkalk, der Terebratulakalk, und der Enkrinitenkalk, als minder wichtige und nur sehr untergeordnete Varietäten sind die oolithischen und glaukonitischen Kalksteine zu erwähnen. Die meisten dieser Kalksteine enthalten ausser dem kohlensauren Kalke mehr oder weniger Carbonat von Magnesia und Eisenoxydul, auch etwas Thon oder Thonerdesilicat, und gehen daher einerseits in Dolomit, anderseits in Mergel über.

Um die Erforschung der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Gesteine der Muschelkalkformation haben sich besonders C. Gmelin, Karsten, Wackenroder, v. Bibra, Geinitz, Schmid und Bornemann verdient gemacht. Böringer, Schramm und Fehling haben auch in manchen Varietäten einen kleinen Gehalt von Kali und Natron nachgewiesen.

a. Wellenkalk. So nannte Glenk die oft sehr mächtig entwickelten Kalksteine der unteren Etage der Formation wegen der auffallend undulirten Oberfläche ihrer meist sehr dünnen Schichten. Dieser Kalkstein ist immer grau, zumal blaulich-, asch-, rauch- bis schwärzlichgrau, obwohl schmutziggelb verwitternd, dicht oder erdig, selten körnig, im Bruche muschelig und feinsplitterig, meist etwas bituminös, überhaupt dem sogenannten Hauptmuschelkalke in seiner Masse ganz ähnlich, von welchem er sich jedoch durch weit dünnere Schichtung, durch die wellenförmig runzelige Oberfläche seiner Schichten, und durch die fast beständige Verflechtung mit Mergel unterscheidet.

Wegen dieser wellenförmigen Falten und Runzeln erscheinen die Schichtungsflächen flach gerippt und gefurcht, was noch dadurch ganz besonders gesteigert wird, dass die Oberfläche der Schichten sehr häufig mit Schlangenwülsten oder wurmförmigen Kalksteingebilden bedeckt ist. Die einzelnen Schichten werden durch schmale Lagen von Mergel abgesondert, in welchen sich oft langgezogene Wülste und Schwülen von Kalkstein eindrängen, die ihm gleichfalls eine undulirte Structur und häufig, zumal im verwitterten Zustande, fast ein breccienähnliches Ansehen ertheilen. Diese eigenthümliche Schichtungsform ist daher sehr charakteristisch für den Wellenkalk und seine Mergel, und hat auch den Namen veranlasst.

Mit ähnlichen Eigenschaften ist dieser Wellenkalk über einen grossen Theil von Teutschland verbreitet, in Baden und Würtemberg wie in Thüringen, in Braunschweig und Hannover wie in Oberschlesien, und überall bildet er das vorwaltende Gestein des unteren Formationsgliedes. In einigen Gegenden, wie z. B. im südlichen Schwarzwalde, wird er jedoch durch dunkelgraue, dolomitische Wellenmergel vertreten. Er ist gewöhnlich arm an Versteinerungen, obgleich sie stellenweise auch ziemlich häufig vorkommen.

b. Schaumkalk. Dieser Kalkstein ist in der Regel viel weniger mächtig als der Wellenkalk, aber sehr ausgezeichnet durch seine Eigen-

schaften, und sehr wichtig als einer der besten Bausteine im Bereiche der ganzen Formation. Gewöhnlich erscheint er schmutzig gelblich- oder röthlichweiss, hellgelb bis grau, bisweilen licht ziegelroth (Meiningen), ja selbst zinnoberroth (Dittishausen an der Wutach), einfarbig oder gestreift; er zeigt stets eine auffallende, feinporose, unter der Loupe fast schwammartig erscheinende Textur, deren runde, wie Nadelstiche aussehende Poren jedoch schon mit dem blosen Auge zu erkennen sind; mitunter ist er auch etwas oolithisch, daher Quenstedt und v. Strombeck vermuthen, dass die Poren von zerstörten Oolithkörnern herrühren dürften. Seine Porosität macht ihn weich und zäh, weshalb er sich leicht bearbeiten lässt und unter dem Hammer mehlig anschlägt; daher der triviale Name Mehlbatzen.

Nach einer Analyse von Schmid ist er fast reiner kohlensaurer Kalk. Er bildet 3 bis 6 Fuss mächtige Schichten, und kommt in verschiedenen Höhen, besonders aber in der unteren Etage über dem Wellenkalke vor, wo er in Braunschweig 30 bis 40, bei Rüdersdorf unweit Berlin sogar 200 Fuss mächtig sein soll. Gewöhnlich ist er sehr reich an Versteinerungen, und die Stylolithen (I, 533) scheinen nirgends schöner vorzukommen, während ihm die Schlangenwülste fehlen. Bei seiner Leichtigkeit, Trockenheit und Zähigkeit liefert er einen ganz vorzüglichen Baustein.

c. Hauptmuschelkalk. Dieser Kalkstein, welchen v. Alberti als Kalkstein von Friedrichshall, v. Strombeck als typischen Muschelkalk bezeichnet, ist gewöhnlich grau von denselben Nüancen wie der Wellenkalk, bisweilen auch braun oder gelb, in der Regel dicht oder erdig, selten körnig, jedoch häufig mit eingesprengten Kalkspathkörnern (den Stielgliedern von Enkriniten) versehen; im Bruche zeigt er sich flachmuschlig bis eben, splitterig oder erdig; oftmals ist er sehr thonig, zuweilen bituminös, oder auch mit Kieselerde imprägnirt, auch stellenweise dolomitisch. Obgleich übrigens das Gestein nach Farbe, Textur und Bruch mancherlei Verschiedenheiten zeigt, deren oft mehre in einem und demselben Handstücke hervortreten, so ist dasselbe doch immer als Kalkstein ausgebildet. Die Schichten sind ebenflächig, einige Zoll bis 2 Fuss mächtig, und werden auf ihren Wechseln durch gelblichen oder grünlichgrauen Mergel abgesondert, welcher Lagen von einer Linie bis zu mehren Zoll Stärke bildet, und mit dem Kalkstein durch raschen Uebergang sehr innig verbunden zu sein pflegt. Die weit mächtigeren, mehr ebenflächig ausgedehnten und begränzten, und zugleich reineren Schichten sind es, welche diesen Kalkstein besonders vom Wellenkalke unterscheiden.

Auch ist er im Allgemeinen weit reicher an Versteinerungen, welche jedoch mit dem Gesteine fest verwachsen, und daher schwer

herauszuschlagen sind; auf der Oberfläche der Schichten aber treten sie deutlich und oft familienweise in grosser Anzahl hervor; auch die Schlangenwülste sind auf den Schichtenfugen bisweilen in grosser Menge abgelagert.

Zuweilen ist dieser Kalkstein so reich an Kieselerde, dass er sehr hart wird, und Nieren oder auch förmliche Lagen von Hornstein oder Flint, mitunter auch Quarzdrusen, umschliesst; dann sind wohl auch manche Versteinerungen in Chalcedon verwandelt (Rottweil). Von anderen accessorischen Beimengungen werden besonders Braunspath, Kalkspath, Cölestin, selten Baryt, ferner Aragonit, Eisenkies, Bleiglanz und Zinkblende erwähnt. — Von besonderen Gesteinsformen sind ausser den Stylolithen faust- bis kopfgrosse Kugeln zu nennen, welche jedoch selten vorkommen, in der Mitte zum Theil drusig sind, und etwas Wasser enthalten. Gewöhnlich ist das Gestein nur stark zerklüftet oder auch quaderförmig abgetheilt, und gewährt, bei der beständigen Abwechslung von dicken Kalkschichten mit schmalen Mergellagen, einen sehr monotonen Anblick.

d. Terebratulakalk. Einzelne, aber oft mächtige Schichten des Muschelkalkes bestehen fast gänzlich aus dicht über einander liegenden Ueberresten von *Terebratula vulgaris* (zumal der kleinen, von Zenker als *cycloides* bezeichneten Varietät), und sind daher Terebratulakalk oder Terebratulitenkalk genannt worden, obgleich sie auch noch andere Conchylien, so wie nicht selten Enkrinitenglieder umschliessen.

Diese Kalksteine sind gewöhnlich licht röthlichgrau, durch Eisenocker gefleckt, und zeigen die Formen der Muscheln besonders deutlich auf der verwitterten Oberfläche, im frischen Bruche aber die krummen, perlmutterglänzenden Spaltungsflächen ihrer Schalen.

Man kennt sie besonders in der unteren Etage der Formation in vielen Gegenden; so z. B. im Saalthale von Jena abwärts, bei Meiningen, bei Luneville, in der Provence, und gewinnt aus ihnen gleichfalls sehr brauchbare Bausteine.

e. Enkrinitenkalk. Andere Schichten bestehen grösstentheils aus zahllosen, in Kalkspath verwandelten Stielgliedern von *Encrinus liliiformis*, welche entweder dicht in einander gefügt, oder auch durch gelben Thon oder durch schwammigen Kalkstein verkittet sind; ihr Gestein ist daher Trochitenkalk oder Enkrinitenkalk genannt worden.

Dasselbe erscheint krystallinisch-grobkörnig, weil die Kalkspath-Individuen der Trochiten meist ziemlich gross sind; gewöhnlich ist es licht grau oder gelb, mit rostfarbigen Flecken, nicht sehr fest, bei der Verwitterung zerbröckelnd, oft zellig durch ausgewitterte Muschelschalen, und geht durch allmäliges Ueberhandnehmen des Bindemittels und durch Zurücktreten der Enkrinitenglieder in gewöhnlichen Kalkstein über.

Diese Schichten kommen nicht selten in der unteren wie in der oberen Etage der Formation vor, und pflegen in einer und derselben Gegend einen sehr bestimmten Horizont, oder eine bestimmte bathrologische Stelle zu behaupten.

Auf ähnliche Weise giebt es andere Schichten von mehr oder weniger bestimmtem Horizonte, welche sehr vorwaltend von *Turbo gregarius*, oder von *Gervillia socialis*, oder auch von *Lima striata* gebildet werden, daher man sie wohl zuweilen Turbinitenkalk, Gervillienkalk, Lima- oder Striatakalk genannt hat. Doch dürften diese Unterscheidungen wohl nur einen localen Werth innerhalb beschränkter Beobachtungsfelder haben. Auch breccienartige Kalksteine, welche gewöhnlich als förmliche Muschelbreccien erscheinen, und selbst conglomeratähnliche Varietäten sind hier und da beobachtet worden.

Dergleichen fast nur aus Muschelfragmenten bestehende Varietäten werden häufig erwähnt; ein wirkliches Conglomerat, aus flachen, 2 bis 4 Zoll langen und breiten, aber nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dicken, völlig abgerundeten Geröllen eines compacten, dunkelblaugrauen Kalksteins bestehend, welche, der Schichtung vollkommen parallel, von Schaumkalk umschlossen werden, beobachtete v. Strombeck am Elme, und eine Breccie aus eckigen Kalksteinfragmenten und dolomitischem Cäment am Hardewege in Braunschweig. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 176 und 145.

f. Oolithischer Kalkstein. Dergleichen Kalksteine gewinnen zwar erst in der Juraformation eine grosse Bedeutung, kommen aber, obwohl als seltenere Erscheinungen, auch in der Muschelkalkformation vor, wie wir sie ja bereits in älteren Formationen kennen gelernt haben.

Man kennt oolithischen Kalkstein z. B. am Seeberge bei Gotha, wo er eine 5 bis 6 Fuss mächtige Ablagerung in einem sehr bestimmten Niveau an der unteren Gränze der oberen Etage bildet; ein lichtgrauer, dichter Mergelkalkstein umschliesst viele, bis liniengrosse, concentrisch-schalige Oolithkörner, deren Mittelpunkt oft von Glaukonit gebildet wird. Credner, im Neuen Jahrb. für Min. 1839, S. 384. Bei Jena kommt eine 2 Fuss starke bräunlichgraue Schicht vor, deren Oolithkörner theils kugelrund, theils linsenförmig sind, und aus abwechselnd braunen und graugelben Schalen bestehen. Schmid, das Saalthal, S. 25. In der Gegend von Braunschweig erlangen die oolithischen Gesteine nach v. Strombeck eine Mächtigkeit von 6 bis 18 Fuss, und bestehen aus schmutzig gelblichweissem bis rauchgrauem Kalksteine mit gelben, hirsekorngrossen, runden Körnern. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, 143. Auch in der Gegend von Hildesheim sind nach Römer die oolithischen Kalksteine bis 20 Fuss mächtig. Ebend. III, 487. Eben so finden sich dergleichen Gesteine bei Marbach und Donaueschingen, in den Vogesen und anderwärts.

g. Glaukonitischer Kalkstein. Noch seltener als die oolithischen Kalksteine sind graue, mergelige, mit Glaukonitkörnern erfüllte

Kalksteine, deren Glaukonitgehalt bisweilen so bedeutend wird, dass das ganze Gestein grün erscheint.

Solche Kalksteine sind z. B. bei Rüdersdorf unweit Berlin bekannt; auch am Schösserberge bei Mattstädt zwischen Weimar und Eckartsberga, von wo sie Geinitz und Schmid genauer beschrieben haben. Geinitz, Beitr. zur Kenntniss des Thür. Muschelkalkes, 1837, S. 8. Zenker fand sie an mehren Punkten zwischen der Saale und Ilm, Credner am Seeberge bei Gotha, und Elie de Beaumont gedenkt ihrer aus den Vogesen. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France*, *I*, *p*. 135.

2. Mergel und Mergelschiefer.

Der Mergel, dessen Zwischenlagen die Schichten des Wellenkalkes und Hauptmuschelkalkes absondern, erlangt bisweilen eine mehr selbständige Ausbildung, und bildet dann Schichtensysteme von Mergel und Mergelschiefer, welche sich bald als Kalkmergel, bald als Dolomitmergel erweisen, oft sehr bituminös und dann dunkelgrau sind, gewöhnlich aber Schwülen und Knauer von Kalkstein umschliessen.

Aehnliche Gesteine erscheinen auch in der mittleren Etage der Formation, als Begleiter des Gypses, Anhydrites und Steinsalzes, und pflegen dann meist den Charakter von dolomitischen Mergeln zu haben, oder auch dem sogenannten Salzthone sehr nahe zu stehen.

3. Dolomit.

In sehr vielen Regionen der Muschelkalkformation treten dolomitische Gesteine auf, welche bisweilen die normale Zusammensetzung des Dolomites, öfter jedoch einen Ueberschuss von kohlensaurem Kalk besitzen, nicht selten auch reich an kohlensaurem Eisenoxydul sind. Diese Dolomite erscheinen in mancherlei Varietäten, als krystallinischkörnige Gesteine, als sogenannte Zellendolomite, als dolomitische Mergel, bisweilen auch als dolomitische Breccien. Eine ganz vorzügliche Wichtigkeit erlangen sie in den Alpen und in Oberschlesien. Sie sind oft reich an Thonerdesilicat, oder an Kieselerde, welche letztere häufig in Kugeln, Knollen, Nestern und Lagen von Hornstein oder Flint, bisweilen auch zu Krystallen und Drusen von Quarz concentrirt ist; sie enthalten ausserdem oft Drusen und Trümer von Braunspath, und gar nicht selten deutlich erkennbare Fossilien.

Schon Heim beschrieb die Dolomite der Gegend von Meiningen, und die merkwürdigen Verhältnisse, in welchen sie zu den übrigen Gesteinen des dortigen Muschelkalkes stehen; Verhältnisse aus denen sich ergiebt, dass sie als metamorphische Dolomite zu deuten sind; vergl. Band I, S. 800. In Braunschweig wird die mittlere Etage der Formation von gelblichgrauen, ebenflächig geschichteten, dolomitischen Mergeln gebildet, welchen mächtige Bänke von

körnigem Dolomit eingelagert sind; in der unteren Etage aber kennt man eine gelblichbraune Dolomitschicht am Lindenberge bei Thiede. Im südlichen Theile des Schwarzwaldes erscheinen in der unteren Etage dolomitische Wellenmergel an der Stelle des Wellenkalkes, während im nördlichen Schwarzwalde in der mittleren Etage die Zellendolomite sehr verbreitet sind, deren eckige Zellen mit einer erdigen Substanz oder auch mit gleichgestalteten Brocken von Schieferletten erfüllt sind, welche dem Gesteine ein ganz eigenthümliches Ansehen geben. Diese Zellendolomite, welche gewöhnlich über dem Steinsalze liegen und eine grosse Mächtigkeit gewinnen, enthalten Schichten von bituminösem Feuerstein, der mit grauen linsenförmigen Concretionen erfüllt ist, durch deren Auswitterung er ein sehr auffallendes Ansehen erhält; auch kommen hier und da rauchgraue Quarzkrystalle der Combination $\infty P.P$ vor. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs S. 49 und 53. In den Vogesen sind ebenfalls Zellendolomite sehr gewöhnlich in der oberen Etage der Formation, und bei Bourbonne-les-Bains entspringen die Thermen aus einem vollkommenen Dolomite. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 82.

4. Gyps.

Der Gyps der Muschelkalkformation ist gewöhnlich dicht oder körnig, bisweilen grobschuppig, oder auch porphyrartig durch dunkler gefärbte grössere Krystalle; weiss, grau bis schwarz; häufig durch Bitumen dunkelfarbig gestreift, gebändert, geadert oder gewolkt; immer mit Thon, und oftmals mit Anhydrit vergesellschaftet. Fasergyps kommt theils innerhalb, theils in der Umgebung dieses herrschenden Gypses vor, welcher, eben so wie der Anhydrit, der Salzthon und das Steinsalz wesentlich an die mittlere Etage der Formation gebunden ist.

Dieser Gyps bildet bald nur die oberen oder peripherischen Theile von Anhydritstöcken, bald auch selbständige Stöcke und Klötze von linsenförmiger oder ganz unregelmässiger Gestalt, und ist der Erosion durch das Wasser sehr unterworfen, daher er das eigentliche Gebiet für die Ausbildung von Höhlen und Erdfällen liefert. Er ist wohl grossentheils als metamorphosirter Anhydrit zu betrachten, wird daher in den Gruben nur selten angetroffen, während über Tage lediglich Gyps und kein Anhydrit vorkommt. Die Anschwellung, welche der Anhydrit bei seiner Umwandlung zu Gyps erfuhr, erklärt auch die merkwürdigen Formen der Gypsstöcke und die höchst auffallenden Schichtenstörungen in ihrer Umgebung. Als secundäre Bildungen enthält er bisweilen rundliche Nieren von Glaubersalz und Trümer von faserigem Bittersalz (Grenzach bei Basel). Da die bekannten Gypse von Lüneburg und Segeberg jedenfalls der Muschelkalkformation angehören, so ist auch Boracit als ein interessanter accessorischer Bestandtheil zu erwähnen.

5. Anhydrit.

Der Anhydrit erscheint meistentheils körnig bis dicht, graulichweiss bis rauchgrau, bisweilen braun oder schwarz, selten blau; er ist fest und schwer zersprengbar, oft salzig, ja selbst von Steinsalztrümern durch-

zogen, bisweilen auch bituminös, sehr häufig aber mit grauem Thon durchflochten, welcher auch mitten in ihm Stöcke und Nester bildet. An der Luft wird er allmälig bleich und trübe, was in einer Aufnahme von Wasser und in der dadurch bewirkten Umwandlung zu Gyps begründet ist.

Er bildet wie der Gyps stockartige Ablagerungen, welche in der Regel keine Spur von Schichtung erkennen lassen, und, gewöhnlich in der Begleitung von Steinsalz, in der mittleren Etage der Formation auftreten.

6. Salzthon.

Der Salzthon ist ein fast beständiger Begleiter des Anhydrites, welchen er umhüllt, oder in stockartigen Massen erfüllt, bisweilen auch gänzlich verdrängt. Er ist dunkelgrau, mehr oder weniger gesalzen, nach allen Richtungen von Fasergyps durchzogen, oder auch mit Gyps und Anhydrit durchwachsen, welche beide Mineralien oft so innig mit ihm verbunden sind, dass ein eigenthümliches Mittelgestein zwischen Gyps und Salzthon zum Vorschein kommt.

Dieses Gemeng ist die sogenannte Hallerde, welche gepocht als ein kräftiges Düngmittel benutzt, und daher zu Sulz am Neckar in bedeutender Menge gefördert wird. Der Salzgehalt des Thones giebt sich auch durch Ausscheidungen von Steinsalz in der Form von Körnern, Nestern und Trümern zu erkennen.

7. Steinsalz.

Das Steinsalz der Muschelkalkformation erscheint in sehr verschiedenen Varietäten; gewöhnlich ist es farblos oder weiss und grau, bisweilen auch gelb oder roth, bald einfarbig, bald gefleckt, gestreift oder geadert, in den reinsten Varietäten wasserhell, ausserdem nur mehr oder weniger durchscheinend; seine Textur ist meist blätterig und körnig, nur in den Trümern und Schmitzen faserig; sehr häufig wird es von Anhydrit und Salzthon durchzogen.

Das Steinsalz bildet nämlich theils grössere Stöcke von 20 bis 100 Fuss Mächtigkeit, theils kleinere Stöcke, Klötze, Nester, Trümer und Schmitzen, welche alle im Salzthone und Anhydrite eingeschlossen sind, und oft von Schweifen und Nestern dieser beiden Gesteine durchflochten werden.

8. Kohlen.

Eigentliche Kohlenflötze sind bis jetzt in der Muschelkalkformation noch nicht vorgekommen, indem die sogenannte Lettenkohle schon zu der Keuperformation gehört; was man ausserdem von kohligen Substanzen bei Jena und Tarnowitz kennt, ist kaum der Erwähnung werth.

Schmid fand in den untersten cölestinführenden Schichten des Muschelkalkes bei Wogau unweit Jena kleine, höchstens handgrosse, und 3 bis

8 Linien dicke Schmitzen einer pechschwarzen, im Bruche muscheligen, sehr schwer verbrennlichen Kohle. Bei Tarnowitz liegt nach Krug v. Nidda auf der Gränze des Sohlkalksteins und Dolomites in der Regel eine schwärzlichgraue Lettenschicht, die zuweilen eine sehr schwache Lage bröcklicher, pechschwarzer Kohle enthält. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 211.

9. Erze.

Wichtiger erscheinen die hier und da vorkommenden Erzlagerstätten, unter welchen vor allen die bedeutenden Zinkspath- und Galmeilager von Tarnowitz in Oberschlesien, Olkucz in Polen und Wiesloch in Baden zu nennen sind, obgleich ihre Bildung erst lange nach der Ablagerung des Muschelkalkes Statt gefunden hat. Auch Bleiglanz und andere Bleierze, Zinkblende, Brauneisenerz und Bohnerz sind theils an den genannten Orten, theils anderwärts in bauwürdiger Menge nachgewiesen worden.

Die interessanten Verhältnisse der Oberschlesischen Erzlagerstätten werden weiter unten in §. 400 zur Erwähnung kommen. Bei Bonndorf in Baden findet sich nach G. Leonhard ein kleines Bleiglanzlager, und bei Dürrheim Zinkblende in der Form von Nestern. Ueberhaupt kommen Bleiglanz und Zinkblende eingesprengt nicht so gar selten im Muschelkalke vor, wogegen Kupferkies, Kupferlasur und Malachit nur von wenigen Puncten erwähnt werden. Bei Nagold in Würtemberg findet sich Bohnerz, wie denn auch die in grossen Trichterstöcken bei Fluorn, Dornhan u. a. O. zwischen der Enz und dem Neckar vorkommenden Bohnerze nach v. Alberti's Vermuthung aus dem Muschelkalke stammen dürften.

Wir haben nun noch einiger besonderen Erscheinungen im Muschelkalke zu gedenken, welche zum Theil sehr charakteristisch für ihn sind, weil sie in anderen Formationen kaum in gleicher Vollkommenheit und Häufigkeit anzutreffen sein dürften; dahin gehören die bereits erwähnten Schlangenwülste, oder wurmförmigen Concretionen, die Stylolithen, und die bisweilen vorkommenden cylindrischen Löcher.

Die Schlangenwülste, welche gewöhnlich auf der Oberfläche der Schichten ausgebreitet sind, bisweilen aber auch in sie hineingreifen, können in der That als eine dem Muschelkalke recht eigenthümliche Erscheinung bezeichnet werden. Es sind langgestreckte, cylindrische, doch oft abgeplattete oder breit gedrückte, wurm- oder schlangenförmig gekrümmte, bisweilen verzweigte Wülste, welche sich vom Gesteine gewöhnlich leicht und mit glatter Oberfläche ablösen lassen; ihre Dicke schwankt von der eines Strohhalmes bis zu der eines Armes; doch sind die schmäleren, federkiel- bis fingerdicken häufiger, als die stärkeren; nicht selten erscheinen sie hufeisenförmig gekrümmt, in welchem Falle die beiden Schenkel des Hufeisens oftmals durch eine dazwischen wie ein Vorhang ausgespannte, mit bogenförmigen,

parallelen Falten versehene Kalkplatte verbunden sind*). Bornemann bemerkt, dass sie oft eine fast regelmässige Gliederung, oder eine parallele Streifung ihrer Oberfläche wahrnehmen lassen, welche, eben so wie ihre Form, auf einen organischen Ursprung zu verweisen scheinen**). Neues Jahrb. für Min. 1852, S. 18. Anfänglich hielt man sie für versteinerte Schlangen, später für Fucoiden, an welche sie wohl am meisten erinnern, während Schübler sie für serpulaähnliche Wesen, Klöden für Koprolithen, v. Alberti und Andere für blose zufällige Concretionsformen erklärten. Bis jetzt ist, wie Bornemann sagt, über das Wesen und den Ursprung dieser Wülste noch so viel wie nichts bekannt und festgestellt, obwohl sie in so enormer Menge auftreten, und als leitendes Merkmal für die Muschelkalkformation wohl einige Aufmerksamkeit verdienen.

Mögen sie nun Phytomorphosen oder Zoomorphosen sein, jedenfalls bilden sie eine höchst wichtige Erscheinung, da sie nicht nur im Wellenkalke, sondern auch im Hauptmuschelkalke, also in der unteren wie in der oberen Etage der Formation ausserordentlich häufig vorkommen, und die Oberfläche der Schichten oftmals im dichten Gedränge überziehen.

Auch die Stylolithen sind wohl in keiner Formation so häufig beobachtet worden, als im Muschelkalke, wo sie namentlich im Schaumkalke von ganz besonderer Schönheit vorkommen. Indem wir auf die im ersten Bande S. 533 gegebene Beschreibung dieser räthselhaften Gebilde verweisen, gedenken wir noch der von Schmid in der Gegend von Jena beobachteten horizontalen Stylolithen, welche von den Klüften des Gesteins seitwärts in dasselbe eindringen, und für die Erklärung der ganzen Erscheinung eine neue Schwierigkeit darbieten dürften. Die geogn. Verhältnisse des Saalthals, S. 47.

Endlich erwähnt Freiesleben, als eine im Muschelkalke sehr häufig vorkommende Erscheinung, hohle cylindrische Löcher oder Canäle, welche $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll weit, oft mehre Zoll lang, theils gerade, theils gewunden, aber ringsum, und folglich sowohl oben als unten geschlossen sind. Geognostische Arbeiten, I, 1807, S. 70.

Von denen in den verschiedenen Kalkstein- und Dolomit-Varietäten vorkommenden Accessorien sind besonders Hornstein, Quarz, Kalkspath, Braunspath und Cölestin wegen der stellenweisen Häufigkeit ihres Auftretens nochmals hervorzuheben. Der Hornstein wird gewöhnlich in der Form von Lagen, Nestern oder Knollen angetroffen, wogegen der Quarz theils in isolirten Krystallen, theils in Drusen, der Kalkspath und Braunspath aber in Drusen, Trümern und Adern vorkommen, während die häufig erscheinenden eingesprengten Kalkspathkörner wohl in der Regel von Enkrinitengliedern abstammen. Der Cölestin end-

*) Emmrich vergleicht diese Formen mit einer halben Schuhsohle, welche einen wulstigen Rand hat. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, S. 34.

**) Schon Quenstedt gedachte der dichotomirenden Längsstreifung als einer beachtenswerthen Erscheinung. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 69.

lich erscheint theils krystallisirt in Cavitäten und auf Klüften, theils als faseriger Cölestin in schmalen, bisweilen weit fortsetzenden Lagen.

Hornstein bildet namentlich im Hauptmuschelkalke eine sehr häufige Erscheinung; gewöhnlich ist er dunkelgrau, braun oder schwarz, muschelig im Bruche, und überhaupt mehr oder weniger feuersteinähnlich; wenn er auch in Lagen auftritt, so sind diese doch höchstens einige Zoll stark, und setzen auch niemals weit fort. Auf diese Weise kennt man ihn bei Sandersleben, Gräfentonna, Meiningen, bei Weingarten in Baden, bei Luneville und in vielen anderen Gegenden. Oefter erscheint er in Nieren, welche lagenweise geordnet sind, und, wenn sie an einander gränzen, in stetige Lagen übergehen; selten bildet er Trümer, welche die Schichten durchschneiden. — Der Cölestin ist besonders aus dem Saalthale bei Jena bekannt, wo er in den tiefsten Schichten der Formation bei Wogau, Wöllnitz, Zwetzen, Dornburg und am Gleissberge, also innerhalb eines ziemlich bedeutenden Raumes, an vielen Punkten nachgewiesen worden ist. Nach v. Alberti kommt auch im oberen Muschelkalke bei Wimpfen, Heinsheim, Schwenningen u. a. O. schaliger Cölestin vor. Barytdrusen erwähnt Bronn von Hässel und Wiesloch in Baden.

§. 396. *Gliederung und Lagerung der Muschelkalkformation.*

Wo die Muschelkalkformation in ihrer ganzen Vollständigkeit entwickelt ist, da lässt sie gewöhnlich eine Zusammensetzung aus drei Hauptgliedern oder Etagen erkennen, wie diess zuerst in Schwaben, später aber auch in anderen Gegenden Teutschlands nachgewiesen worden ist. Die unterste Etage besteht vorzugsweise aus Wellenkalk, die oberste Etage aus Hauptmuschelkalk, die mittlere Etage endlich aus Gyps, Anhydrit und dolomitischen Gesteinen, zu welchen sich oftmals auch Salzthon und Steinsalz gesellen. Doch treten auch in der unteren Etage ausser dem Wellenkalke, und eben so in der oberen Etage ausser dem dickschichtigen Kalksteine noch mancherlei andere Kalksteine, Dolomite u. s. w. auf. Um daher die Unterscheidung der Etagen von ihrer petrographischen Beschaffenheit unabhängig zu machen, wollen wir sie als unteren Muschelkalk, als Zwischenbildung und als oberen Muschelkalk bezeichnen*).

1. Unterer Muschelkalk.

Der untere Muschelkalk besteht hauptsächlich aus dem Wellenkalke und denen ihm untergeordneten Mergeln, ohne dass jedoch dick-

*) In diesem Paragraphen sind ausser der classischen Monographie und der halurgischen Geologie Alberti's besonders die treffliche Abhandlung von v. Strombeck (in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft) so wie die Arbeiten von Quenstedt, Credner und Schmid benutzt worden.

schichtige Kalksteine gänzlich ausgeschlossen sind. Auf diese Weise, als eine vorwaltende Wellenkalkbildung, erscheint die untere Etage in einem grossen Theile von Würtemberg und Baden, in Thüringen, und in den Umgebungen des Thüringer Waldes und des Harzes. In der oberen Hälfte dieser Etage sind dem Wellenkalke Schichten oder Schichtensysteme von Enkrinitenkalk, Terebratulakalk und Schaumkalk eingeschaltet, welcher letztere bisweilen eine bedeutende Mächtigkeit erlangt (Rüdersdorf), während er in anderen Fällen nur eine geringe Stärke behauptet.

In manchen Gegenden, wie z. B. im südlichen Theile des Schwarzwaldes treten jedoch statt des Wellenkalkes dolomitische Wellenmergel auf, welche im frischen Bruche dunkelgrau, an der verwitterten Oberfläche gelb und braun erscheinen, und ausser kohlensaurem Kalke nach den Analysen von Lettenmayer 22 bis 39 p. C. kohlensaure Magnesia, 2 bis 4 p. C. kohlensaures Eisenoxydul und 22 bis 43 p. C. kieselsaure Thonerde enthalten. Bei Sulz am Neckar wird der Wellenkalk durch aschgraue dolomitische, und z. Th. schieferige Mergel vertreten, unter welchen dunkelgrauer sehr poröser Dolomit, und noch tiefer dunkelfarbige Thone und dolomitische Kalksteine folgen. Auch im Elsass wird der Wellenkalk durch dunkelgraue Mergel von bedeutender Mächtigkeit repräsentirt, welche nach unten zu wiederholten Malen mit rothen und grünen Schieferletten wechseln. Halurgische Geologie, I, S. 446 f. Bei Jena wird der Wellenkalk von den cölestinführenden Schichten unterteuft.

Diese untere Etage ist im Allgemeinen nicht sehr reich an organischen Ueberresten; doch werden solche in der oberen Hälfte, und namentlich im Schaumkalke, Enkrinitenkalke und Terebratulakalke häufiger, als sie in der unteren Hälfte zu sein pflegen. Ausser den in zahlloser Menge vorkommenden Schlangenwülsten dürften für diese Etage folgende Formen besonders charakteristisch sein.

Encrinites liliiformis	*Pterinea (Gervillia) polyodonta*
. *dubius*	*Mytilus eduliformis*
Lingula tenuissima	*Modiola Credneri*
Terebratula vulgaris	*Myophoria curvirostris*
Pecten laevigatus	 *cardissoides*
. . . *discites*	 *vulgaris*
Lima striata	 *orbicularis*
. . . *lineata*	*Melania Schlotheimii*
Posidonomya minuta	*Turbo gregarius*
Gervillia socialis	*Turritella scalata*
. *costata*	*Serpula valvata.*

Die Cephalopoden und die zu ihnen gehörigen Ueberreste werden noch gänzlich vermisst*).

*) Mit Ausnahme des *Ceratites* oder *Ammonites Buchii*, welcher nach Schmid in den cölestinführenden Schichten bei Jena vorkommt.

Die Mächtigkeit der unteren Etage schwankt gewöhnlich zwischen 200 und 300 Fuss, sinkt in einigen Gegenden bis zu 150 Fuss und darunter, steigt aber auch in anderen bis zu 400 F. und darüber.

2. Zwischenbildung oder Anhydritgruppe.

Die Zwischenbildung hat einen ganz eigenthümlichen Charakter, sowohl in petrographischer, als auch in paläontologischer und geotektonischer Hinsicht, und unterscheidet sich dadurch eben so auffallend von der unteren, wie von der oberen Etage. Sie besteht wesentlich aus dolomitischen Mergeln und Dolomit, aus Anhydrit und Gyps, aus Steinsalz und Salzthon und wird gewöhnlich, nach dem besonders charakteristischen Anhydrite, die Anhydritgruppe genannt. Wie aber schon die meisten ihrer Gesteine in ihrer Lagerungsform mehr zu Lagerstöcken, als zu weit ausgedehnten Schichtensystemen hinneigen, so gilt diess auch von der ganzen Zwischenbildung. Daher findet sie sich bald in grosser, bald in geringer Mächtigkeit; daher erscheint sie hier in vielfacher Gliederung aus allen den genannten Gesteinen zusammengesetzt, während sie dort auf ein einfaches System von Mergel- und Dolomitschichten mit sparsam eingeschalteten Gypsstöcken beschränkt ist.

Der Anhydrit und der Gyps bilden nämlich grosse stockförmige Massen, welche, sofern sie überhaupt geschichtet sind, stark gewundene und gefaltete Schichten zeigen; das Steinsalz dagegen bildet massive, ungeschichtete Lager und Stöcke von lenticularer oder unregelmässiger Form, welche sich daher oft auskeilen, ehe man es vermuthet; der Salzthon und die Mergel umwickeln alle diese Massen, und werden von Fasergyps und von faserigem Steinsalz in Lagen und Trümern durchschwärmt. Der Mergel und der Dolomit sind noch am regelmässigsten in Schichten ausgebildet und gelagert. Man hat es daher in dieser mittleren Etage der Formation niemals mit weit fortsetzenden Lagern oder Flötzen von Anhydrit, Gyps und Steinsalz zu thun, und diess ist die Ursache, warum die Bohrversuche auf Steinsalz oft misslingen. Auch lassen die verschiedenen Massen keine allgemeine und gesetzmässige Lagerungsfolge erkennen, obwohl die Salzstöcke gewöhnlich im Anhydrit oder Salzthon liegen, während Zellendolomite oder dolomitische Mergel das Hangende und Liegende des ganzen Systems zu bilden pflegen.

Wie die Anhydritgruppe, sagt v. Alberti, überall in Mandelform (oder in der Form von Lenticularstöcken) gelagert ist, und ihre einzelnen Glieder sich zwischen einander auskeilen, so bestätigt sich diess auch für die Steinsalzstöcke in den Salzbergwerken von Wilhelmsglück, wo das Steinsalz einen bis 24 Fuss mächtigen, sehr flachen, linsenförmigen Stock im Anhydrit bildet, und

sich hier auskeilt, um sich in einiger Entfernung wiederum anzulegen. Anhydrit, Salzthon und Steinsalz erscheinen, wenn sie angehauen werden, ganz ohne Schichtung, wie aus einem Gusse hervorgegangen, in stockförmigen Massen wechselseitig in einander übergreifend; erst durch die Epigenie wird im Anhydrite eine schichtenähnliche Structur bemerkbar, die aber ganz verschieden von jener Schichtung ist, welche wir im Kalksteine wahrnehmen. Halurgische Geologie, I, S. 442 ff. — Die oft sehr seltsamen Begränzungen und die bisweilen wahrhaft abnormen Verbandverhältnisse der Steinsalz-, Gyps- und Anhydritmassen sind wohl weniger als Beweise einer eruptiven Bildung, denn als Belege dafür anzusehen, dass durch die mit der Metamorphose des Anhydrites verbundene Anschwellung stellenweise sehr gewaltsame innere Bewegungen, Pressungen und Verschiebungen verursacht worden sind.

Aus der so eben geschilderten Zusammensetzung und Architektur der Zwischenbildung ergiebt sich von selbst, dass ihre Mächtigkeit sehr unbestimmt und grossen Wechseln unterworfen sein muss; sie schwankt in verschiedenen Gegenden zwischen 100 und 200 Fuss, steigt mitunter, wie am oberen Neckar, über 300 Fuss, scheint aber in manchen Gegenden, wo die Anhydrit-, Gyps- und Steinsalzstöcke fehlen, noch unter 100 F. herabzusinken.

Die Zwischenbildung ist fast ganz frei von Fossilien; denn ausser Ueberresten von Sauriern, die in gewissen dolomitischen Gesteinen vorkommen, haben sich bis jetzt so gut wie gar keine organischen Ueberreste gefunden; was als ein sehr auffallender, mit der Bildungsweise ihrer Gesteine im genauesten Zusammenhange stehender Umstand gewiss alle Beachtung verdient.

Vollständig entwickelt findet sich die Zwischenbildung in den Neckargegenden, wo sie zur Anlage vieler bedeutender Salinen Veranlassung gegeben hat, nachdem im Jahr 1812 von Langsdorf in den Gypsbrüchen bei Wimpfen Steinsalz entdeckt, und im Jahre 1816 bei Friedrichshall das erste Steinsalzlager erbohrt worden war. Bei Dürrheim in Baden kennt man zwei Salzlager über einander, von denen das obere 17, das untere 42 Fuss mächtig ist; in Würtemberg liegt bei Schwenningen ein Salzstock von 37, bei Wilhelmsglück einer von 24, und bei Rottenmünster einer von 20 bis 42 Fuss Mächtigkeit. Bei Wilhelmsglück wird das Salz unmittelbar durch bergmännische Arbeiten, ausserdem nur mittelbar durch Bohrlöcher als Soole gewonnen, welche gewöhnlich fast ganz gesättigt ist, und gar keiner Gradirung bedarf. Auf diese Weise producirt Würtemberg jährlich von sechs Salinen 105000 Centner Steinsalz und 527000 Centner Soolsalz; eben so bezieht Baden von den beiden Salinen zu Dürrheim und Rappenau jährlich über 300000 Ctr., und Hessen-Darmstadt von der Saline zu Wimpfen 190000 Ctr. Soolsalz. Die bei Sulz am Neckar gewonnenen Resultate sind besonders deshalb sehr interessant, weil sie den Beweis geliefert haben, dass die Anhydrit- und Salzgruppe wirklich als eine mittlere Etage der ganzen Formation, als eine selbständige Zwischenbildung zu betrachten ist. Dort wurde nämlich, bei ziemlich horizontaler Schichtung, 15 Fuss im Keuper, dann 240 F. im obern Muschel-

kalk, hierauf 128 F. in Gyps, Salzthon und Anhydrit, und endlich 226 F. im Wellenkalk abgeteuft, welcher auf rothem Schieferletten liegt.

Eben so ist die Zwischenbildung als eine steinsalzführende Etage bei Buffleben im Herzogthum Gotha und bei Stotternheim im Grossherzogthum Weimar, ferner bei Arnstadt, bei Basel und an anderen Orten nachgewiesen worden. Die an den beiden ersteren Punkten gestossenen Bohrlöcher ergaben folgende Resultate; es wurde gebohrt:

	bei Buffleben	bei Stotternheim
im Keuper	135 Fuss	650 Fuss
im oberen Muschelkalk . . .	368 ,,	355 ,,
in Gyps, Salzthon, Anhydrit	175 ,,	170 ,,
in reinem Steinsalz	22,6 ,,	16 ,,

welches letztere an beiden Orten nicht durchbohrt worden ist.

Auch in Lothringen bei Sarralbe ist unter dem 357 F. mächtigen oberen Muschelkalke die aus Gyps, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz bestehende mittlere Etage erreicht, und das Steinsalz in 5 über einander liegenden Bänken mit fast 60 Fuss Mächtigkeit durchbohrt worden.

Dagegen erscheint die Zwischenbildung in vielen Gegenden nur als ein aus Mergeln und Dolomiten bestehendes Gebirgsglied, welchem hier und da Gypsstöcke eingeschaltet sind, wie z. B. bei Unter-Neusulza im Saalthale, am Seeberge bei Gotha, am Ettersberge bei Weimar, bei Heckenbeck unweit Hildesheim, am Oelberge oder Huy bei Helmstädt, am Sieveckenberge bei Badeborn und an anderen Orten. — Endlich ist sie oftmals lediglich auf eine Ablagerung von versteinerungsleeren Mergeln und dolomitischen Gesteinen reducirt, wie z. B. in der Gegend von Braunschweig, bei Jena, bei Querfurt und in anderen Gegenden. Diese Gesteine sind es, welche im Rauthale bei Jena und bei Esperstädt unweit Querfurt viele Saurierknochen geliefert haben.

3. Oberer Muschelkalk.

Die obere Etage der Formation wird fast überall durch den Hauptmuschelkalk, oder durch jenen, im Vergleich zum Wellenkalke mehr dickschichtigen Kalkstein charakterisirt, dessen Schichten auch weder so undulirt, noch so reichlich von Schlangenwülsten bedeckt zu sein pflegen, wie jene des Wellenkalkes, obwohl sie ihnen ausserdem, zumal bei geringerer Mächtigkeit, sehr ähnlich werden können. Auch der im Allgemeinen weit grössere Reichthum an Fossilien ist ein ziemlich durchgreifendes Merkmal des oberen Muschelkalkes. In grosser Einförmigkeit folgen seine Schichten mit ihren thonigen oder mergeligen Zwischenlagen hundertfältig über einander, und bilden solchergestalt weit ausgedehnte Decken oder Plateaus, deren Thäler und Schluchten oft bis in die unteren Glieder der Formation einschneiden, und an ihren steilen Gehängen die Querschnitte der Kalksteinbänke entblösen.

Wie die Blätter in einem Buche, sagt v. Alberti, folgt Schicht auf Schicht mit regelmässigem Parallelismus, der nur durch die Auswitterung des Thon-

bestegs gestört wird, welches sich zwischen den einzelnen Schichten ausgeschieden hat, und dann wulstförmige Erhöhungen auf den Schichtungsfugen zu Tage bringt. Die Einförmigkeit des Gesteins wird nur hier und da durch Kalkspathdrusen und andere Accessorien unterbrochen. Auf ähnliche Weise spricht sich Quenstedt aus: überall die mehre Fuss mächtigen Bänke rauchgrauen Kalksteins; überall auf den Trennungsflächen derselben Eindrücke und Wülste, und schlangenförmig verlaufende Stängel; überall die Muscheln in den Kalkstein so eingewachsen, dass man mit Mühe und Sorgfalt nur Bruchstücke zu gewinnen vermag, wird selbst der eifrigste Geognost zuletzt so ermüdet, dass er leicht die wichtigeren Schichten übersieht.

Allein ausser diesem einförmigen, herrschenden Kalksteine treten auch noch andere Varietäten auf; zu unterst finden sich bisweilen Schichten von oolithischem Kalkstein, auch wohl mächtigere Bänke von Enkrinitenkalk und von Limakalk, worauf erst das monotone Schichtensystem des typischen Kalksteins folgt, welches endlich nach oben mehrorts durch einige Schichten von glaukonitischem Kalkstein, und durch ein paar Bänke von sehr dichtem und festem Terebratulakalk (die sogenannten Glasplatten) beschlossen wird.

Die Mächtigkeit dieser oberen Etage ist verschieden, und schwankt gewöhnlich zwischen 200 und 400 Fuss, welche Extreme sie wohl nur selten bedeutend überschreiten dürfte.

Der obere Muschelkalk umschliesst, zumal in seiner unteren Hälfte, recht zahlreiche organische Ueberreste, unter denen besonders Cephalopoden, namentlich *Ceratites nodosus* und *Nautilus bidorsatus*, so wie von Conchiferen *Lima striata* und *Pecten laevigatus* hervorzuheben sind. Ausserdem aber müssen noch, als gleichfalls mehr oder weniger häufige Formen folgende genannt werden:

Encrinus liliiformis	*Turbo helicites*
Terebratula vulgaris	*Melania Schlotheimii*
Pecten discites	*Fusus Hehlii*
Lima lineata	*Dentalium laeve*
Gervillia socialis	*Conchorhynchus avirostris*
. . . . *costata*	*Rhyncholithus hirundo*
Avicula Albertii	*Pemphix Sueurii*
Myophoria vulgaris	Fischzähne und
. *simplex*	Saurierreste.

Was die Lagerung der Muschelkalkformation betrifft, so folgt sie in der Regel vollkommen gleichförmig auf die Buntsandsteinformation, als ihre naturgemässe Basis, wie diess in den meisten und ausgedehntesten Gegenden ihres Vorkommens fast überall zu beobachten ist. Nur da, wo die Buntsandsteinformation fehlt, wie z. B. häufig in Oberschlesien, liegt sie unmittelbar auf älteren Bildungen, auf der Steinkohlen-

formation oder dem Schiefergebirge. Eine discordante Auflagerung auf dem Buntsandsteine ist nur an einzelnen Punkten nachgewiesen worden, und jedenfalls als eine locale Anomalie zu betrachten, welche theils durch frühere Störungen des Buntsandsteins, theils durch spätere Dislocationen des Muschelkalkes oder auch beider Bildungen verursacht worden ist. Auf die letztere Art sind auch die stellenweise und strichweise vorkommenden Ueberkippungen beider Formationen zu beurtheilen, in Folge welcher der Muschelkalk als das unterliegende, der Buntsandstein als das aufliegende Gebirgsglied erscheint.

So liegt z. B. nach Renoir bei Belfort in den Vogesen der Muschelkalk discordant auf dem Buntsandsteine. Elie de Beaumont bemerkt, dass längs der ganzen Linie von Thann bis nach Landau der Vogesensandstein eine Terrasse bildet, an deren Fusse der Muschelkalk theils plötzlich zu Ende geht, theils auch sehr stark dislocirt ist, wie z. B. bei Jägerthal, Otterthal u. a. O.; *Mém. pour servir* etc. *I*, *p.* 150. Bei Rheinfelden gränzen nach Merian beide Formationen in einer sehr auffallenden Weise an einander, indem die Schichten des Buntsandsteins schwach in Süd, die des Muschelkalkes dagegen 40° in NO. fallen; eine Fläche von ähnlicher Lage schneidet die Sandsteinschichten scharf ab, und wird zunächst von bunten Mergeln bedeckt, über welchen der Kalkstein folgt. Beiträge zur Geognosie, I, S. 28. Bornemann gedenkt aus dem Ohmgebirge bei Worbis eines Falles, wo die, unter 20° bis 30° geneigten Schichten des Muschelkalkes auf dem horizontalen Sandsteine liegen, was die Folge einer durch Auswaschung des Gypses bewirkten Senkung ist. Neues Jahrb. für Min. 1852, S. 26. Interessante Beispiele von Ueberstürzungen beider Formationen beschrieb Credner im Neuen Jahrb. für Min. 1842, S. 5 und 6; man kennt sie auch in der Gegend von Suhl und Hessisch-Steinbach an der Südwestseite des Thüringer Waldes, und an der Nordseite des Harzes.

Was endlich die relative Lage der drei Hauptglieder der Formation betrifft, so ist solche zwar im Allgemeinen als eine vollkommen concordante Lagerung ausgebildet; indessen bemerkt Credner, dass in Thüringen der obere Muschelkalk oft eine mehr oder weniger discordante Auflagerung auf dem Wellenkalke zeigt, und dass er sich meist erst am Abhange der von diesem letzteren gebildeten Plateaus anlegt, was auf Lagerungsstörungen und auf nicht unbedeutende Niveau-Aenderungen schliessen lässt, denen die untere Etage nach ihrer Bildung unterworfen gewesen sein muss. Uebers. der geogn. Verh. Thüringens, S. 83. Auch Bornemann ist durch seine Beobachtungen in der Gegend von Worbis und im Eichsfelde auf ähnliche Folgerungen geführt worden, und erklärt den Mangel der oberen Etage auf dem Rücken dieser Plateaus, so wie das anderweite Vorkommen derselben in tieferer Lage, durch Erhebungen der unteren Etage, welche vor der Ausbildung der folgenden Etagen eingetreten waren. Und in der That wird durch die so abweichende petrographische Beschaffenheit der Zwischen-

bildung, und durch ihren fast gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten die Vermuthung gerechtfertigt, dass ihre Ausbildung durch ganz ausserordentliche Ereignisse eingeleitet worden sein müsse, welche natürlich nicht ohne Einfluss auf die Lagerungs- und Verbreitungsverhältnisse der vorausgehenden unteren und der nachfolgenden oberen Etage sein konnten.

§. 397. *Fauna des Muschelkalkes und der Trias überhaupt.*

Weil der Muschelkalk dasjenige Glied der Trias ist, in welchem die meisten thierischen Ueberreste niedergelegt sind, so wird sich die allgemeine Betrachtung der triasischen Fauna am besten hier einschalten lassen. Ueber die Flora der Trias ist theils bei dem Buntsandstein (S. 743) theils bei dem Keuper im §. 399 das Wichtigste nachzusehen. Es lassen sich für die Fauna des Muschelkalkes und der Trias überhaupt (jedoch mit Ausschluss der Alpinischen Trias) etwa folgende Hauptmomente hervorheben.

1. Amorphozoen; ausser dem ziemlich häufigen *Rhizocorallium Jenense* sind als ein paar seltenere Formen die *Spongia triasica Mich.* von Lüneville, und die *Scyphia Kaminensis Beyr.* von Kamin bei Beuthen zu erwähnen. Will man die Schlangenwülste als Zoomorphosen betrachten, so würden sie wohl nur auf Amorphozoen zu beziehen sein.

2. Korallen sind äusserst selten, und werden in der Regel gänzlich vermisst; diese grosse Armuth an Polyparien ist jedenfalls eine sehr auffallende und charakteristische Erscheinung.

Michelin beschrieb zuerst aus dem Muschelkalke der Gegend von Lüneville die beiden Korallen *Astraea polygonalis* und *Stylina Archiaci.* Dazu fügte Mougeot im Jahre 1847 die ebendaselbst vorgekommene *Turbinolia Lebruniana* und die bei Girecourt (Vosges) gefundene *Stylina reticulata; Bull. de la soc. géol. réunion à Epinal*, 1847, *p.* 54 und 58. Später (Paläontographica 1850, S. 308) lehrte uns Dunker die *Montlivaltia triasica* von Gleiwitz und Mikultschütz, und endlich im Jahre 1852 Beyrich die an letzterem Orte gleichfalls vorkommende *Thamnastraea Silesiaca* kennen. Zeitschrift d. deutschen geol. Ges. IV, 5. Dies dürfte bis jetzt fast Alles sein, was man ausserhalb der Alpen von triasischen Korallen weiss.

3. Echinodermen. Die Krinoiden werden vorzüglich durch eine Species, den *Encrinus liliiformis* vertreten, welcher aber in erstaunlicher Menge vorkommt, und als eine höchst bezeichnende triasische Form zu betrachten ist; minder häufig erscheinen der *Encrinus dubius* und der *Dadocrinus gracilis*, so wie ganz selten einige andere Krinoiden. Ausserdem kennt man aus der Classe der Echinodermen nur

ein paar seltene Asteriaden, Ophiuriden, besonders *Aspidura scutellata*, und sparsame Ueberreste eines Echiniden, nämlich des *Cidaris grandaevus*.

4. Mollusken. Sie haben die zahlreichsten und wichtigsten Fossilien geliefert; aus der Ordnung der Brachiopoden besonders *Lingula tenuissima*, *Terebratuta vulgaris* und *Spirifer fragilis*; aus der Ordnung der Conchiferen mehre Species von *Ostrea*, ferner *Posidonomya minuta*, *Pecten laevigatus* und *discites*, *Lima striata* und *lineata*, *Gervillia socialis* und *costata*, *Mytilus eduliformis*, *Myophoria vulgaris*, *cardissoides*, *orbicularis* u. a., nebst mehren Myaciten; aus der Ordnung der Gasteropoden *Dentalium laeve*, *Melania Schlotheimii*, *Turritella scalata*, *Turbo gregarius* u. a., so wie endlich aus der Ordnung der Cephalopoden besonders *Nautilus bidorsatus* und *Ceratites nodosus*.

5. Crustaceen. Sie sind nur wenig vertreten; doch ist der in manchen Gegenden vorkommende Krebs *Pemphix Sueurii* als eine nicht unwichtige Form zu erwähnen.

6. Fische. Besonders Zähne, auch Schuppen und andere Ueberreste von Fischen finden sich theils zerstreut, theils auch ziemlich angehäuft in einzelnen Schichten der Trias, wie z. B. in dem sogenannten *Bone-bed* Englands und in den Fisch- und Reptilienbreccien anderer Länder. Als besonders häufig vorkommende Formen erwähnen wir die Zähne von *Palaeobates angustissimus Meyer* (oder *Psammodus ang. Ag.*), von *Acrodus Gaillardoti Ag.*, von *Hybodus plicatilis Ag.*, von *Saurichthys apicalis Ag.*, von *Placodus gigas Ag.* und die Schuppen von *Gyrolepis Albertii Ag.*

7. Reptilien. Man kennt Knochen, Zähne und Koprolithen von vielen Geschlechtern, welche fast alle in die Ordnung der Saurier zu gehören scheinen, obwohl die Labyrinthodonten nach R. Owen in die Ordnung der Batrachier gehören sollen. Als besonders wichtig heben wir hervor: *Nothosaurus mirabilis*, *Mastodonsaurus Jaegeri*, *Simosaurus Gaillardoti*, *Trematosaurus Braunii*, und *Phytosaurus cylindricodon* (oder *Belodon Plieningeri*). Die bekannten Fusstapfen von *Chirotherium* leitet Owen von einem Labyrinthodon ab, während Bronn geneigt ist, sie auf ein hochbeiniges Säugethier zu beziehen.

8. Säugethiere. Als zweifelhafte Spuren von Säugethieren werden, wie so eben erwähnt wurde, die Chirotheriumfährten betrachtet. Ein paar Backzähne, welche bei Degerloch in der oberen Gränzbreccie des Keupers gefunden worden sind, und einem kleinen Raubthiere angehört haben müssen, sind die einzigen unzweifelhaften Ueberreste von

Säugethieren, welche bis jetzt in der Trias zu entdecken waren. Plieninger nennt das entsprechende Thier *Microlestes antiquus*.

Ueberhaupt aber ist die Fauna der Trias sehr arm an Species, obgleich viele ihrer Species in erstaunlicher Menge von Individuen auftreten. Abstrahiren wir nämlich von der Alpinischen Trias, so sind nach Bronn dermalen

im Buntsandsteine . . .	54
im Muschelkalke	190
im Keuper	106

Species von Thieren nachgewiesen worden, von welchen jedoch die meisten aus dem Buntsandstein und Keuper zugleich auch im Muschelkalke vorkommen, so dass die Zahl der überhaupt vorhandenen Species wohl nicht viel über 200 betragen dürfte. Aber diese Fauna des Muschelkalkes bildet, wie v. Strombeck sagt, ein abgeschlossenes Ganzes, und steht, zugleich die des Buntsandsteins und Keupers mit vertretend, völlig gesondert da. Nicht eine Species derselben findet sich wieder in älteren oder jüngeren Formationen*), und die Lebensbedingungen mussten daher während der Triasperiode wesentlich verschieden von denjenigen der vorausgehenden und der nachfolgenden Periode sein.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung lassen wir die Aufzählung derjenigen Species folgen, welche auf den drei Tafeln XXII bis XXIV unseres Atlas abgebildet worden sind.

1. Amorphozoen.

Rhizocorallium Jenense Zenk. *XXII*, 1.

2. Echinodermen.

Encrinus liliiformis Lam. *XXII*, 2, *a* Krone, *b* und *c* untere Stielglieder von der Gelenkfläche, und *e* eines dergleichen von der Seite gesehen; *d* oberes Stielglied, *f* Wurzelstock.

. *dubius* Quenst. *XXII*, 3, *a*, *b* und *c* untere Stielglieder, dreimal vergrössert, *d* und *e*

Aspidura scutellata Bronn, *XXII*, 4; centraler Theil, Mund- und Rückenseite, dreimal vergrössert.

Cidaris grandaevus Goldf. *XXII*, 5; Stachel.

Ausser den beiden Arten von *Encrinus* ist noch *Dadocrinus gracilis* von einiger Wichtigkeit.

*) Hiervon würde allerdings *Terebratula trigonella* eine Ausnahme bilden, welche auch in der Juraformation existirt. Indess hat es v. Strombeck sehr wahrscheinlich gemacht, dass die im Muschelkalke vorkommende Form von der jurassischen verschieden ist. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 186.

3. Brachiopoden.

Lingula tenuissima Bronn, *XXII*, 6.
Terebratula angusta Buch. *XXII*, 7.
. *Mentzelii* Buch. *XXII*, 8; Oberschlesien und Alpen.
. *vulgaris* Schloth. *XXII*, 9.
. *trigonella* Schloth. *XXII*, 10 und *XLVII*, 9; doch soll nach v. Strombeck die im Muschelkalk vorkommende Species etwas verschieden sein, daher er sie *T. trigonelloides* nennt. Man kennt sie von Tarnowitz, Recoaro, Wernigerode und Erkerode (am Elm).
Spirifer fragilis Buch. *XXII*, 11.
Orbicula discoides Gein. *XXII*, 12.

4. Conchiferen.

Ostrea Schübleri Alb. *XXII*, 13.
. . . . *spondyloides* Schloth. *XXII*, 14; junges Exemplar.
. . . . *decemcostata* Münst. *XXII*, 15; desgl.
. . . . *difformis* Schloth. *XXII*, 16; desgl.
. . . . *placunoides* Münst. *XXII*, 17; meist gesellig.
Pecten laevigatus Bronn, *XXII*, 18, linke und rechte Klappe, welche letztere nur halb dargestellt aber viel flacher ist.
. . . . *discites* Bronn, *XXII*, 19.
Lima striata Goldf. *XXII*, 20.
. . . *lineata* Goldf. *XXII*, 21.
Posidonomya minuta Bronn, *XXII*, 22; oft kleiner und flach.
Perna vetusta Goldf. *XXIII*, 1; halb verkleinert.
Gervillia socialis Quenst. *XXIII*, 2.
. *costata* Quenst. *XXIII*, 3, = *Avicula Bronni* Alb.
Avicula Albertii Gein. *XXIII*, 4.
Pterinea polyodonta Stromb. *XXIII*, 5; = *Avicula Albertii Münst.*; ist nach neueren Bestimmungen v. Strombecks keine *Pterinea*, sondern eine *Gervillia*.
Cucullaea nuculiformis Zenk. *XXIII*, 6.
. *Schmidii* Gein. *XXIII*, 7, = *Arca Schmidii*.
. *Beyrichii* Stromb. *XXIII*, 8.
Nucula Goldfussii Goldf. *XXIII*, 9.
. . . . *gregaria* Münst. *XXIII*, 10.
Mytilus eduliformis Bronn, *XXIII*, 11.
Myophoria (*Trigonia*) *Goldfussii* Alb. *XXIII*, 12, Kern und Schale.
. (*Tr.*) *Whatelyae* Buch, *XXIII*, 13; sie gehört eigentlich in die Südalpinische Trias, und ist nur aus Versehen auf diese Tafel gekommen.
. (*Tr.*) *curvirostris* Bronn *XXIII*, 14.
. (*Tr.*) *pes anseris* Bronn *XXIII*, 15.
. (*Tr.*) *cardissoides* Alb. *XXIII*, 16.
. (*Tr.*) *vulgaris* Bronn, *XXIII*, 17.
. (*Tr.*) *orbicularis* Bronn, *XXIII*, 18.

Myacites musculoides Schl. *XXIII*, 19.
. *ventricosus* Schl. *XXIII*, 20.
. *elongatus* Schl. *XXIII*, 21.
. *mactroides* Schl. *XXIII*, 22.

Noch sind als ein paar nicht seltene Conchiferen *Modiola Credneri* Dunk. und *Myophoria simplex* zu erwähnen.

5. Gasteropoden.

Dentalium laeve, Holl. *XXIII*, 23.
. *torquatum* Holl. *XXIII*, 24.
Melania Schlotheimii Quenst. *XXIII*, 25.
Melania (?) *XXIII*, 26. Diese, bei Schlotheim, t. 32, fig. 8 *a* abgebildete Form ist nicht selten.
Turbinites dubius Münst. *XXIII*, 27.
Natica oolithica Zenk. *XXIII*, 28.
. . . . *Gaillardoti* Lefr. *XXIII*, 29.
Turbo helicites Münst. *XXIII*, 30.
. . . . *gregarius* Münst. *XXIII*, 31, = *Buccinum gregarium*.
Turritella scalata Goldf. *XXIV*, 1, = *Turbonilla sc. Bronn.*
Trochus Albertinus Ziet. *XXIV*, 2, vergrössert.

Als einer der grössten triasischen Gasteropoden ist noch *Fusus Hehlii* zu nennen, welcher in Würtemberg im oberen Muschelkalke sehr verbreitet sein soll.

6. Cephalopoden.

Ceratites nodosus Haan, *XXIV*, 3; ist das reducirte Bild eines dreimal grösseren Individuums.
. *semipartitus* Münst. *XXIV*, 4.

Von beiden verschieden ist doch wohl noch *Cer. enodis* Quenst.

Nautilus bidorsatus Bronn. *XXIV*, 5, wird z. Th. sehr gross.
Conchorhynchus avirostris Blainv. *XXIV*, 6.
Rhyncholithus hirundo Biguet, *XXIV*, 7.

7. Annelliden.

Serpula valvata Goldf. *XXIV*, 8, vier- bis fünfmal vergrössert.

8. Crustaceen.

Pemphix Sueurii Bronn. *XXIV*, 9, halb verkleinert.

9. Fische.

Acrodus Gaillardoti Ag. *XXIV*, 10, Zähne.
Hybodus plicatilis Ag. *XXIV*, 11, Zahn.
Placodus Andriani Münst. *XXIV*, 12, Gaumen mit Zähnen, dreimal verkleinert.
Charitodon Tschudii Mey. *XXIV*, 13, Hälfte des Unterkiefers mit Zähnen; bei *a* ein Zahn vergrössert.

10. Saurier.

Phytosaurus cylindricodon Jäg. *XXIV*, 14, halb verkleinert, die Ausfüllung von drei Zahnhöhlen darstellend; sie stammen von dem Saurier *Belodon Plieningeri* Mey., indem der Name *Phytosaurus cylindricodon* auf einer irrthümlichen Verwechslung dieser Steinkerne von Zahn-Alveolen mit wirklichen Zähnen beruht.

Mastodonsaurus Jägeri Mey. *XXIV*, 15, ein Zahn.

Nothosaurus mirabilis Münst. *XXIV*, 16, Zähne vergrössert, und 17, Wirbel, von der Seite und von oben.

Drittes Capitel.

Keuperformation.

§. 398. *Gesteine der Keuperformation.*

Während das unterste Formationsglied der Trias vorwaltend als eine Sandsteinbildung, das mittlere aber als eine Kalksteinbildung erscheint, so stellt sich das oberste Formationsglied hauptsächlich als ein Mergelgebilde dar. In der That sind die rothen und buntscheckigen Mergel eine für die Keuperformation so charakteristische Erscheinung, dass der von den französischen Geologen gebrauchte Formations-Name *marnes irisées* recht bezeichnend ist. Weil jedoch ausser diesen Mergeln auch noch andere Gesteine vorkommen, so ist es zweckmässig, für die ganze Formation den von Leopold v. Buch vorgeschlagenen Namen Keuper zu gebrauchen, mit welchem in der Gegend von Coburg gewisse ihrer Gesteine bezeichnet zu werden pflegen.

Unsere Kenntniss von der Existenz dieser Formation, als einer selbständigen, über dem Muschelkalke abgelagerten Bildung, datirt sich aus den ersten Jahrzehnten des jetzigen Jahrhunderts, obgleich v. Schlotheim bereits im Jahre 1791 bei Negelstädt unweit Illeben die den Muschelkalk überlagernden Sandsteine unterschieden hatte. Am Seeberge bei Gotha war der Keupersandstein zwar schon 1811 durch v. Hoff beobachtet, aber erst 1820 durch Hess, zugleich mit den Mergeln, als eine dem Muschelkalke aufliegende Formation erkannt, jedoch dem Quadersandsteine verglichen worden; Leonhard's Min. Taschenb. für 1820, S. 170 ff. Bei der geognostischen Landesuntersuchung in Sachsen hatte Kühn schon in den Jahren 1807 und 1808 das Dasein einer weit verbreiteten Sandsteinbildung über dem Muschelkalke Thüringens nachgewiesen; doch wurden seine Beobachtungen *ad acta* gelegt, und nicht veröffentlicht, ja kaum beachtet; noch früher hatte v. Struve bei Stuttgart und Tübingen den Keuper als etwas Selbständiges erkannt, ohne es recht entschieden auszusprechen. So sind denn, wie Gumprecht sagt, Kühn für Thüringen, und v. Struve für Schwaben als die eigentlichen Entdecker der Keuperformation zu betrachten.

Als die wichtigsten Gesteine der Keuperformation sind, nächst den bunten Mergeln und Schieferletten, besonders Sandsteine und Thonquarze, Dolomit und Gyps zu nennen; dazu gesellen sich in manchen Gegenden noch Steinsalz und Salzthon, so wie, als ein zwar sehr untergeordnetes, dennoch aber in vielen Gegenden bekanntes Material, die sogenannte Lettenkohle und andere Varietäten von Steinkohle, welche jedoch nur äusserst selten einer technischen Benutzung fähig sind. Conglomerate, und gröbere psephitische Gesteine überhaupt, sind aus dem Bereiche der Keuperformation beinahe gänzlich ausgeschlossen; indessen beginnen wir mit ihnen die petrographische Schilderung der Formation.

1. Conglomerate.

Sie gehören zu den sehr seltenen Vorkommnissen, welche bis jetzt fast nur in der oberen Etage der Formation, im Gebiete der gleich zu erwähnenden groben, hellfarbigen Sandsteine beobachtet wurden; diese Sandsteine gehen nämlich bisweilen in förmliche Conglomerate über, indem sie viele nuss- bis kopfgrosse Gerölle oder Bruchstücke von Quarz, Kieselschiefer, Hornstein, Jaspis, besonders aber von Steinmergel und Kalkstein aufnehmen.

Ein sehr merkwürdiges Conglomerat beschreibt Dufrénoy von St. Affrique (Aveyron), wo über einer weit ausgedehnten Gyps-Ablagerung ein 40 Fuss mächtiges Schichtensystem liegt, welches ein Conglomerat darstellt, dessen mehr oder weniger zahlreiche Geschiebe durch Gyps verbunden sind. Dabei ist es interessant, dass die erwähnte Gypsbildung nach unten sehr häufig sandig wird, und endlich in einen Sandstein verläuft, dessen Quarzkörner gleichfalls durch Gyps verkittet sind. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 328.

2. Sandsteine.

Die Sandsteine der Keuperformation erscheinen in mancherlei Varietäten, welche zum Theil eine bestimmte bathrologische Stelle behaupten, weshalb ihre Unterscheidung einige Wichtigkeit erlangt.

a. Grobe scharfkörnige Sandsteine; meist grobkörnig, bisweilen fast schon breccienartig, mitunter auch feinkörnig sind diese Sandsteine besonders durch ihre scharfkörnige und hellfarbige Beschaffenheit ausgezeichnet; auch erscheinen sie häufig arkosartig durch eckige, fleischrothe Feldspathkörner. Das Bindemittel ist theils ein graulich-, grünlich-, gelblich- oder röthlichweisser Thon, theils kohlensaurer Kalk oder auch Kieselerde; im ersteren Falle ist es oft sehr sparsam vorhanden, und dann wird der Sandstein sehr weich und zerreiblich; bei kieseligem Bindemittel gewinnt er bisweilen ein quarzitähnliches Ansehen,

während er ausserdem eine grosse Aehnlichkeit mit den gröberen Sandsteinen der Steinkohlenformation erkennen lässt. Gewöhnlich tritt er in ziemlich mächtigen Schichten auf, welche sich aber oft rasch auskeilen, indem sie mehr die Form von sehr flachen Linsen, als von eigentlichen Parallelmassen haben.

Diese Sandsteine finden sich hauptsächlich in der obersten Etage der ganzen Formation, zumal in Schwaben und Franken, während sie in anderen Gegenden vermisst oder auch durch andere Gesteine ersetzt werden. Nach oben werden sie zuweilen lavendelblau, und noch höher conglomeratartig. Sie enthalten nur selten deutlich bestimmbare Pflanzenreste, wohl aber häufig Fragmente und Stämme von Pechkohle, so wie Nester und kleine, niemals bauwürdige Stöcke einer kiesigen Steinkohle, welche beide recht charakteristisch für sie sind. Von thierischen Ueberresten kennt man nur Knochenfragmente von Sauriern. Bleiglanz ist bisweilen reichlich eingesprengt (Derendingen bei Tübingen) und strahliger Baryt oder Cölestin werden hier und da beobachtet.

In Würtemberg werden die weichen Varietäten überall ausgehöhlt und zu Sand benutzt; die harten, oft sehr deutlich durch Kalkspath verkitteten Varietäten liefern gute Mühlsteine.

b. Feinkörnige rothe und bunte Sandsteine. Auch feinkörniger Sandstein mit theils thonigem theils kieseligem Bindemittel, vorwaltend roth oder grünlich, bisweilen bunt, kommt namentlich als ein häufiger Begleiter der in der oberen Etage auftretenden bunten Mergel vor, in welchen er bald unregelmässige Stöcke, bald mehr oder weniger dünne Schichten bildet.

Nach Quenstedt ist er in Würtemberg als die vorzügliche Lagerstätte der würfelförmigen Krystalloide zu betrachten, welche oft dicht gedrängt die Oberfläche seiner Platten bedecken, und häufig von Leistennetzen begleitet werden; wie denn auch seine Schichtenflächen durch Wellenfurchen und andere Unebenheiten ausgezeichnet zu sein pflegen. Bisweilen umschliesst dieser Sandstein Knollen von rothem Thoneisenstein, welche nach seiner Verwitterung in grosser Menge lose auf den Feldern herumliegen.

c. Feinkörniger grünlicher (z. Th. rothscheckiger) Sandstein (sogenannter Schilfsandstein oder feinkörniger Baustein von Stuttgart). Dieser Sandstein ist thonig, sehr feinkörnig und gleichmässig körnig, meist grünlichgrau oder gelblichgrau, bisweilen roth und dann eigenthümlich gestreift und gefleckt, bald mächtig geschichtet und dann brauchbar als trefflicher Baustein, bald dünnschichtig, plattenförmig und fast schieferig. Auch dieser Sandstein gehört vorzugsweise der oberen Etage der Formation, wo er oft eine Mächtigkeit von 60 Fuss und darüber erlangt. Stellenweise ist er reich an Pflanzenresten, zumal von Equiseten und Calamiten, daher der Name Schilfsandstein; hier und da kommen auch Ueberreste von Fischen vor.

Obgleich dieser Sandstein in manchen Gegenden, wie namentlich in Würtemberg, eine recht ansehnliche Entwickelung erlangt, so erscheint er doch als eine mehr locale Bildung, indem er sich oft ziemlich rasch auskeilt, und in einigen Gegenden, wie z. B. in Lothringen, gänzlich vermisst wird. Bei Coburg scheint er nur eine geringe Mächtigkeit zu haben.

d. Feinkörniger grauer Sandstein. Ein sehr homogener, feinkörniger, gewöhnlich grau gefärbter, und nicht sehr harter Sandstein; theils dickschichtig, theils dünnschichtig, liefert er da, wo er in mächtigeren Bänken auftritt, einen ganz vorzüglichen Bau- und Haustein. Er ist reich an denselben Pflanzenresten, wie sie im grünlichen Sandsteine vorkommen, und führt auch bisweilen Fischreste.

Dieser Sandstein, welcher auch wegen der ihn gewöhnlich begleitenden Lettenkohle unter dem Namen Lettenkohlensandstein aufgeführt wird, gehört der untersten Etage der Formation an, und scheint eine weit grössere Verbreitung zu besitzen, als die vorher genannten feinkörnigen Saudsteine, obwohl er höchstens nur 40 bis 60 Fuss mächtig wird.

3. Thonquarz.

Sandsteine mit sehr kieseligem Bindemittel erscheinen innerhalb der Keuperformation in sehr verschiedenen Niveaus, und sind zum Theil schon als Begleiter anderer Sandstein-Varietäten genannt worden. Ausser ihnen haben wir aber noch des von Hausmann sogenannten Thonquarzes*) oder des Thonhornsteins zu gedenken, welcher in manchen Territorien und Etagen der Formation recht verbreitet ist.

Dieses Gestein ist meist grünlich- bis gelblichgrau, auch asch- und rauchgrau, bisweilen grün und roth, fast quarzhart, im Bruche uneben und splitterig, giebt scharfkantige Bruchstücke, und besteht nach den Analysen von Brandes aus 76 bis 81 p. C. Kieselerde, 8 bis 14 p. Ct. Thonerde, etwas Eisenoxydul, wenig kohlensaurem Kalk und 4 bis 7 p. C. Wasser.

4. Schieferthon und Kohlenletten.

Dem grauen Sandsteine sind gewöhnlich graue Schieferthone und schwarze Kohlenletten beigesellt, welche durch ihre dunkelgraue Farben, durch häufigen Gehalt an Eisenkies, und durch zahlreiche schöne Pflanzenabdrücke oftmals eine grosse Aehnlichkeit mit den Schieferthonen der Steinkohlenformation erhalten.

Der Eisenkies findet sich gewöhnlich in der Form von knolligen Concretionen. Dabei ist als eine besondere Merkwürdigkeit das von Bornemann bei Mühlhausen im Kohlenletten entdeckte Vorkommen eines Knollen zu erwähnen, welcher nicht aus Eisenkies, sondern grösstentheils aus gediegenem Eisen mit einer Kruste von Magneteisenerz besteht. Da dieses Eisen ganz frei

*) Thonkieselstein, wie ihn die Gebrüder Brandes nennen.

von Nickel ist, so lässt sich dieser Knollen nicht wohl als eine vorweltliche Meteoreisenmasse deuten. Schon früher fand Gräger in Mühlhausen an einem andern Punkte einen Knollen von Rotheisenerz, dessen Inneres aus gediegenem Eisen bestand. Poggend. Ann. Bd. 88, S. 147.

5. Schieferletten und bunter Thon.

Rothe, braune, grüne und bunte Schieferletten oder auch gleichfarbige Thone kommen in verschiedenen Etagen der Keuperformation vor, und pflegen namentlich beständige Begleiter der bunten Mergel und Gypse zu sein.

Sie enthalten hier und da, wie z. B. bei Mühlhausen, viele erbsen- bis faustgrosse Concretionen von dichtem Rotheisenstein, welche auf den Feldern zu Tausenden herumliegen, und selbst zur Eisenproduction benutzt werden. Bornemann in Poggend. Ann. Bd. 88, S. 152.

6. Bunte Mergel.

Diese für die Keuperformation so charakteristischen Gesteine erscheinen in einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten, welche sich jedoch nach der Verschiedenheit ihrer Consistenz und Zusammensetzung besonders als Thonmergel und als Steinmergel unterscheiden lassen. Sie verdienen aber mit allem Rechte den gemeinsamen Namen bunte Mergel; denn obgleich sie vorwaltend roth, und zwar besonders häufig blaulichroth sind, so kommen doch auch grüne, gelbe, graue, braune und blauliche Farben in mancherlei Nüancen vor. Diese verschiedenen Farben gränzen theils lagenweise scharf an einander ab, theils verlaufen sie gegenseitig, während die eine Farbe Streifen, Flammen, Wolken und Flecke im Grunde der anderen bildet.

Die so häufig vorkommende grüne Farbe der Keupermergel wird nach G. Bischof durch Grünerde hervorgebracht, welche als Pigment vorhanden und wahrscheinlich in Folge einer Desoxydation des Eisenoxydes entstanden ist. Lehrb. der chem. und phys. Geol. I, 455 und 945. Uebrigens pflegen alle diese Mergel nur wenig kohlensauren Kalk zu halten, obwohl sie in manchen Gegenden reich genug daran sind, um zum Mergeln der Felder benutzt werden zu können. Dergleichen kalkreiche graue Mergel enthalten bei Helmstedt viele und z. Th. grosse Concretionen von schwarzem, flintähnlichem Hornstein; v. Strombeck in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 57.

Die Thonmergel sind vorzugsweise roth oder grün, auch dunkelgrau, weich und leicht zersprengbar, theils schieferig, theils compact und dann ausgezeichnet durch die Eigenschaft, an der Luft in lauter kleine eckige Stücke zu zerbröckeln, welche oft in grossen Schutthalden angehäuft sind.

Die Steinmergel kommen von ähnlichen Farben vor, wie die Thonmergel; sie sind aber noch buntscheckiger, sehr dicht, hart und schwer zersprengbar, von muscheligem Bruche, oft tesseral zerklüftet, aber nicht zerbröckelnd, und gewöhnlich dolomitisch. Sie bilden schmale, bis fussmächtige,

scharf begränzte Schichten, welche entweder den Thonmergeln eingeschaltet, oder zu selbständigen Systemen versammelt sind, und enthalten bisweilen in Cavitäten kleine Krystallgruppen von Baryt oder Cölestin, Skalenoëder von Kalkspath, Rhomboëder von Braunspath, selten etwas Malachit oder Kupferlasur.

Diese Mergel erscheinen zwar in verschiedenen Niveaus, setzen aber doch vorzugsweise und in grosser Mächtigkeit, zugleich mit Gyps, die mittlere Etage der ganzen Formation zusammen; auch gewinnen sie oft noch in der oberen Etage eine ziemliche Bedeutung.

7. Dolomit.

Schon der Anfang der Keuperformation ist bisweilen durch Dolomit bezeichnet. Wo sie nämlich mit Ablagerungen von Gyps und Steinsalz eröffnet wurde, da stellen sich auch zugleich dolomitische Mergel ein; wo aber diese Steinsalzbildung fehlt, da wird ihre Stelle zuweilen durch blose Dolomite angedeutet, wie diess in Schwaben in den oberen Neckargegenden, und auch mehrorts in Franken der Fall ist.

Diese Dolomite sind meist schmutzig gelblichgrau, selten licht rauchgrau oder aschgrau, noch seltener roth, feinkörnig bis erdig oder krystallinisch, ziemlich fest und schwer zersprengbar, selten weich, häufig poros und cavernos, reich an Petrefacten, die meist in Schweifen und Klumpen zusammengedrängt sind. Sie enthalten oft Nester und Streifen von Hornstein oder Chalcedon, auch Baryt, Cölestin und gelbe Blende, sind häufig von schwärzlichbraunem Asphalt imprägnirt, und ziemlich mächtig aber unregelmässig geschichtet, da sich die Schichten oft auskeilen, und bald verschmälern bald anschwellen. Fast alle diese Gesteine haben jedoch nicht die Zusammensetzung des normalen Dolomites, sondern enthalten einen mehr oder weniger bedeutenden Ueberschuss an kohlensaurem Kalk. Halurgische Geologie, I, 430 f.

Auch weiter aufwärts in der Keuperformation erscheinen Dolomitbänke, welche zwar nur einen untergeordneten Antheil an ihrer Bildung nehmen, aber eine so bestimmte bathrologische Stelle und eine so weite Verbreitung behaupten, dass sie sowohl in Teutschland als in Frankreich einen sehr sicheren Horizont abgeben.

Das Gestein dieser merkwürdigen, oft nur wenige Fuss mächtigen Bänke ist ein gelblichbrauner, auch (wie in Würtemberg) ein dunkelfarbiger, gelb geflammter, dichter, splitteriger, sehr harter und spröder Dolomit, welcher in Würtemberg viele kleinere und grössere, kugelförmige Cavitäten umschliesst, deren Wände mit Rautenspath-Rhomboëdern besetzt sind. Dieses, von Quenstedt Flammendolomit genannte Gestein bildet den eigentlichen Schlussstein der unteren Etage der Keuperformation, und enthält viele organische Ueberreste, namentlich Steinkerne und Abdrücke von *Gervillia socialis*, *Myophoria Goldfussii*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima* und von Myaciten. Wo er in Würtemberg unmittelbar von den Gypsen der mittleren Etage überlagert wird, da sind alle, von den verschwundenen Muschelschalen herrührenden Hohlräume mit Gyps ausgefüllt, ja selbst einzelne Partieen des Gesteins durch

Gyps verdrängt worden. Vergl. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 81.

Endlich ist auch innerhalb der obersten Etage der Keuperformation in einigen Gegenden, wie z. B. bei Coburg, ein dolomitisches Gestein bekannt, welches daselbst 10 bis 20 Fuss mächtig die höchsten Punkte der Landschaft bildet.

Dasselbe ist nach Berger ein hellgraues oder grünliches, weisses oder röthliches, oft sehr kieseliges, und daher mit Ausscheidungen von Hornstein, Chalcedon und Quarz versehenes, in rauhen und cavernosen Felsen anstehendes Gestein. Berger, die Verstein. im Sandst. der Coburger Gegend, S. 3, und v. Schauroth, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. III, 408. Dieser dolomitische Kalkstein ist früher irrthümlich als Juradolomit betrachtet worden; allein schon Boué erkannte ihn für Keuperdolomit, womit sich auch Berger und neuerdings v. Schauroth einverstanden erklärten.

8. Gyps und Anhydrit.

Nächst den bunten Mergeln und Sandsteinen ist wohl Gyps als das wichtigste Material der Keuperformation zu betrachten. Derselbe erscheint zuvörderst als Fasergyps, in welcher Form er den bunten Mergeln theils in zahllosen Lagen und Schmitzen eingeschichtet, theils in Trümern und Adern eingeflochten ist, so dass er oft förmliche Netzwerke bildet, deren Maschen von buntem Mergel und Thon ausgefüllt werden. Dann kommen aber auch häufig Nester, Klötze, Stöcke und mächtige Lager von massivem oder wellenförmig geschichtetem körnigen und dichten Gyps vor, welcher bisweilen in tieferen Gruben Anhydrit umschliesst, über Tage aber stets nur als wirklicher Gyps erscheint*).

Diese Keupergypse sind vorwaltend röthlichweiss oder roth, doch auch anders gefärbt, und treten besonders in der unteren Hälfte der mittleren Etage der Formation auf. Ausserdem kommen noch in der unteren Etage, zumal da, wo solche als ein steinsalzführendes System ausgebildet ist, graue oder graulichweisse, feinkörnige bis dichte und schuppige Gypse vor, welche von dunkelfarbigen Mergeln und Thonen, und von ähnlich gefärbten Anhydritmassen begleitet werden. Obgleich übrigens der derbe Gyps gewöhnlich nur stockartige Gebirgsglieder bildet, so findet er sich doch auch bisweilen in recht weit ausgedehnten Lagern; wie z. B. nach Dufrénoy im Bassin von Rodez (Aveyron), wo er mit grosser Regelmässigkeit, genau in demselben Niveau über einen bedeutenden Raum verbreitet ist. *Mém. pour servir etc. I, p.* 327.

9. Steinsalz.

Dasselbe bildet mehr oder weniger mächtige Lager und Stöcke, welche mit Gyps und Salzthon verbunden der unteren Etage der Keuper-

*) Halurgische Geologie, I, S. 417.

formation eingelagert sind. Zwar ist dieses Vorkommen bis jetzt nur in Frankreich und England bestimmt nachgewiesen worden; es gewinnt aber in beiden Ländern eine grosse Bedeutung, da es eine sehr reiche Salzproduction bedingt.

10. Kohlen.

Die Kohlen, welche unter verschiedenen Formen in verschiedenen Etagen der Keuperformation bekannt sind, konnten bis jetzt nur selten als wirkliches Brennmaterial benutzt werden, weil die eigentlichen, stetig ausgedehnten Flötze sowohl nach Mächtigkeit als Qualität einen sehr geringen Werth zu haben pflegen. Diese Flötze bestehen nämlich nur aus der sogenannten Lettenkohle, während ausserdem zwar Pechkohle, aber blos in Nestern und in kleinen unbedeutenden Stöcken bekannt ist.

Die von Voigt*) unter diesem Namen eingeführte Lettenkohle ist eine sehr unreine, thonige und kiesige Kohle, welche oft in einen blosen kohligen Letten oder Alaunschieferthon übergeht, schwer entzündlich und so wenig brennbar ist, dass sie gewöhnlich nur auf Vitriol und Alaun benutzt werden kann. Sie bildet auch meistentheils sehr schmale Flötze, welche aber desungeachtet in der unteren Etage der Formation in vielen Gegenden und fast überall mit ähnlichen Eigenschaften bekannt sind. So kennt man sie z. B. in Schwaben, Franken, Thüringen, Lothringen, in der Gegend von Basel und anderwärts an sehr vielen Orten.

Die Pechkohle findet sich dagegen in den obersten grobkörnigen Keupersandsteinen, theils nur in Fragmenten, theils in Nestern oder in der Form von Pflanzenstämmen, theils in kleinen, und höchstens ein paar Fuss mächtigen Stöcken, und hat bei dieser Art ihres Vorkommens durchaus keine technische Wichtigkeit.

§. 399. *Gliederung, Architektur und Lagerung der Keuperformation.*

Auch die Keuperformation lässt sich gewöhnlich auf eine recht naturgemässe Weise in drei Glieder oder Etagen zerfällen, welche bei einer grossen allgemeinen Aehnlichkeit doch rücksichtlich ihrer Mächtigkeit und der Aufeinanderfolge ihrer Gesteine in verschiedenen Territorien mancherlei Verschiedenheiten zeigen. Besonders gilt diess von der unteren Etage, welche in einigen Gegenden sehr bedeutende Steinsalzlager umschliesst, während solche in den meisten Gegenden gänzlich vermisst werden. Da sie aber ziemlich allgemein durch das Auftreten der Lettenkohle und der sie begleitenden Gesteine charakterisirt wird, so hat man

*) In seinen Kleinen mineralogischen Schriften, II, 107; schon früher erwähnte er sie in seinen Mineralogischen Reisen, I, 96.

sie die Lettenkohlengruppe genannt. Die mittlere Etage dagegen ist es, in welcher die bunten Mergel und Gypse als die bei weitem vorwaltenden Materialien auftreten, weshalb sie auch als die Gruppe der bunten Mergel bezeichnet werden kann. Die obere Etage endlich ist hauptsächlich als eine Sandsteinbildung charakterisirt, obwohl auch oft in ihr die bunten Mergel nochmals einige Bedeutung erlangen.

Die Lettenkohlengruppe wird zwar von vielen Geologen noch mit in den Bereich der Muschelkalkformation gezogen, scheint aber doch zweckmässiger mit dem Keuper vereinigt zu werden. Noch neuerdings hat sich v. Alberti, der gründliche Kenner der Trias, abermals ganz entschieden für diese Ansicht ausgesprochen. Halurgische Geologie, I, 422 und 437.

1. Untere Etage, oder Lettenkohlengruppe (und Steinsalzgruppe).

Zunächst über dem Muschelkalke folgt diese, in ihrer Zusammensetzung ziemlich complicirte und abwechselnde Etage, innerhalb welcher sich wiederum mehre Abtheilungen geltend machen lassen.

Wo die nachher zu erwähnende Steinsalzbildung vorhanden ist, da pflegt sie, fast unmittelbar über den letzten Schichten des Muschelkalkes, als erstes Glied dieser Etage aufzutreten; in manchen Gegenden, wie z. B. am oberen Neckar, wird sie durch eine mächtige Dolomit-Ablagerung vertreten; in vielen Gegenden aber fehlt dieses erste Glied gänzlich, wie ja überhaupt das Steinsalz und seine Begleiter, so wie die dolomitischen Vertreter desselben einer mehr stockartigen, und daher unterbrochenen Lagerung unterworfen zu sein pflegen.

In Baden und Würtemberg so wie in einigen Gegenden Frankens beginnt die Keuperformation mit denen im vorigen Paragraphen beschriebenen Dolomiten, welche bei Rottenmünster eine Mächtigkeit von 80 Fuss erlangen, nach unten eine dünnere Schichtung und dunkelgraue Farbe annehmen, und ganz allmälig in den Muschelkalk übergehen *). In Thüringen und am Harze scheint dieser Dolomit zu fehlen, welcher in Schwaben gewissermaassen als ein Aequivalent der daselbst nicht vorhandenen Steinsalzbildung zu betrachten sein dürfte, und bei Rottenmünster auch wirklich nach oben etwas Gyps umschliesst.

Ueber diesem Dolomite, oder, wo auch er vermisst wird, unmittelbar über dem Muschelkalke folgt nun das zweite (fast überall und gewöhnlich allein vorhandene) Glied dieser Etage, nämlich die Lettenkohlengruppe in der engeren Bedeutung des Wortes. Sie beginnt in Schwaben mit dunklen Schieferthonen und grauen Sandsteinen, welche letztere zuweilen 40 bis 60 F. mächtig, nach oben weich und dünnschichtig, nach unten aber hinreichend fest und dickschichtig sind, um einen der

*) Quenstedt rechnet daher diese Dolomitbildung noch zum Muschelkalk.

trefflichsten Bausteine zu liefern, während sie zugleich einen grossen Reichthum an Pflanzenresten beherbergen. Diese Sandsteine werden wieder von Schieferthon und dunkelgrauem Letten bedeckt, denen die Lettenkohlenflötze eingeschichtet sind; dann folgen Mergelschiefer von verschiedenen Farben, und endlich der Flammendolomit Quenstedts, welcher die Lettenkohlengruppe beschliesst, und, wenigstens in Schwaben und Lothringen, als ein fast nie fehlender Markstein an der oberen Gränze derselben angetroffen wird, obwohl ihn oftmals noch Schichten von rauchgrauem Kalkstein mit *Gervillia socialis* und anderen Muschelkalkfossilien bedecken.

Wenn man weiss, sagt Quenstedt, wie wenig constant einzelne Bänke in den Formationen aushalten, so versichert man sich in jedem Steinbruche immer wieder mit Interesse dieses Flammendolomites. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 71. Auch in Lothringen ist diese, meist 6 bis 10 Fuss starke, aber fossilfreie Dolomitbank eine so regelmässige Erscheinung, dass Elie de Beaumont sie als einen sehr bequemen Horizont bei dem Detailstudium der Formation bezeichnete. Sie liegt dort überall, wie z. B. bei la Marche, Senaide, Bourbonne-les-Bains, Noroy u. a. O. nahe über einem Lettenkohlenflötze, und behauptet aller Orten dieselbe petrographische Beschaffenheit, eine ähnliche chemische Zusammensetzung, und eine fast constante Mächtigkeit. Unter der Lettenkohle treten an den genannten Punkten bunte Mergel mit Gypsstöcken auf, welche letztere zum Theil von Anhydrit begleitet werden, und wohl als eine Andeutung des salzführenden Schichtensystems zu betrachten sind. *Mém. pour servir etc. I*, 74—91. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich nach Marcou bei Salins am Jura, und nach Ebelmen im Departement der oberen Saône, wo oft Steinkohle über dem Gyps liegt, welcher sie nicht selten imprägnirt. *Comptes rendus*, *t.* 33, *p.* 680. Auch in Thüringen bietet nach Credner ein System von Dolomitbänken ein vortreffliches Hilfsmittel zur Unterscheidung der unteren und mittleren Etage. Die Lettenkohlengruppe ist dort gegen 120 Fuss und darüber mächtig, und beginnt mit schieferigen Kalkmergeln, die allmälig in Schieferthon mit Zwischenlagen von Lettenkohle übergehen; darüber folgen grünlichgraue oder braunrothe, an Pflanzenresten reiche Sandsteine, und endlich röthlichbraune, oft bunt gefleckte Mergel, welche von den dolomitischen Gesteinen bedeckt werden. Diese erscheinen anfangs als bräunlichgelbe, meist erdige dolomitische Mergel, auf welche mächtige Bänke eines dunkelrauchgrauen oder gelblichbraunen, dichten bis kleinkörnigen Dolomites folgen, der häufig Nieren und Lagen von Hornstein umschliesst, und an einigen Orten in dünngeschichteten lichtgrauen, stinksteinähnlichen Kalkstein übergeht. Uebers. der geogn. Verh. Thüringens, S. 88.

Bei Vic und Dieuze in Lothringen gewinnt die unterste Etage der Keuperformation eine ganz vorzügliche Wichtigkeit, weil sie dort in ihrer unteren Hälfte mit bedeutenden Einlagerungen von Steinsalz versehen ist, welches wie gewöhnlich von Gyps, Anhydrit und Salzthon begleitet wird. Eben so ist auch bei Salins am Jura unter dolomitischen Gesteinen

und bunten Mergeln Steinsalz nachgewiesen worden. In allen diesen Gegenden bildet das Steinsalz compacte krystallinische Massen von meist grünlicher oder grauer Farbe; häufig ist ihm bituminöser Thon, Salzthon oder Anhydrit in Nestern oder Nieren, bisweilen auch Glauberit beigemengt. Die Salzbänke werden gewöhnlich durch viele parallele, mit der Schichtung gleichlaufende Linien in verschieden gefärbte Zonen abgetheilt. Ausserdem erscheint das Salz auch als Fasersalz und in krystallinischen Partieen im Salzthone.

Dieses Steinsalzgebilde ist von Vic bis nach Petoncourt auf fast viertehalb Meilen Länge nachgewiesen worden, und hat stellenweise viele Steinsalzlager über einander erkennen lassen. Bei Petoncourt kennt man z. B. 7 Lager, von denen das mittelste 34 F. mächtig ist, während das dritte Lager bei Mulcey 37, und bei Vic 43 F. Mächtigkeit erlangt. Ja, im Schachte Becquey wurden 12 Salzlager von 77, und im Stephansschachte bei Dieuze 13 Salzlager von 155 Fuss summarischer Mächtigkeit durchsunken. Halurgische Geologie, I, S. 427 ff.

Auch bei Salins und Lons-le-Saulnier besteht nach Marcou die untere Etage aus zwei Gruppen. Die erste begreift das Steinsalz mit seinen Begleitern; die zweite beginnt mit einer Dolomitbank, über welcher mergelige, meist dunkelgraue, mit zahlreichen rothen Gypskrystallen durchsprengte Gypse, bunte Mergel, eine schwache Kohlenschicht, glimmerige Sandsteine und eisenschüssige Macignos und endlich eine mächtige Dolomitschicht folgen. *Bull. de la soc. géol. 2. série, III, p.* 500 f.

Sonach scheint es sich überall zu bestätigen, dass das Steinsalzgebilde des Keupers unterhalb der eigentligen Lettenkohle, an der unteren Gränze der Formation, nahe über dem Muschelkalke zu suchen ist, so wie dagegen die wenigen im Buntsandsteine vorkommenden Steinsalzlager an der oberen Gränze desselben, und daher gleichfalls zunächst dem Muschelkalke gelagert zu sein scheinen.

Die Mächtigkeit der unteren Etage der Keuperformation wird natürlich sehr verschieden sein, je nachdem die salzführende Gruppe zugleich mit der Lettenkohlengruppe ausgebildet ist, oder nicht. Im ersteren Falle steigt sie bis zu mehren hundert Fuss. Die Lettenkohlengruppe allein besitzt gewöhnlich eine geringe Mächtigkeit, welche in Schwaben ungefähr 150, in Thüringen höchstens 120 Fuss beträgt.

Die Steinsalzgruppe ist ganz entblösst von organischen Ueberresten; für die Lettenkohlengruppe aber sind besonders folgende Fossilien sehr bezeichnend. Von Pflanzen zumal *Calamites arenaceus*, *Equisetites columnaris* und *Taeniopteris vittata* (oder *marantacea*), welche in den Sandsteinen und Schieferthonen vorkommen; von Thieren: *Gervillia socialis*, *Myophoria vulgaris*, *M. Goldfussii* und *M. laevigata*, *Lingula tenuissima*, *Posidonomya minuta*, *Terebratula vulgaris* und andere, welche theils in den Mergeln, theils im Dolomite auftreten; auch finden

sich nach v. Alberti bisweilen Süsswassermuscheln, wie *Unio* und *Anodonta* ein. Einzelne Lagen des Sandsteins sind ganz erfüllt mit allerlei kleinen Ueberresten von Fischen und Sauriern; im Schieferthone bei Gaildorf haben sich auch grössere Skelettheile von *Mastodonsaurus Jaegeri* so wie die merkwürdigen Zähne von *Ceratodus* gefunden, welche letztere, zugleich mit Resten von Labyrinthodonten, uns Beyrich auch aus der Lettenkohlengruppe von Neudietendorf in Thüringen kennen gelehrt hat*).

2. Mittlere Etage, oder Gruppe der bunten Mergel.

Die mittlere und gewöhnlich auch die mächtigste Etage der Keuperformation wird vorwaltend von bunten Mergeln und Thonen mit Gyps gebildet, welcher letztere besonders in der unteren Hälfte dieser Etage aufzutreten pflegt, jedoch nicht überall angetroffen wird. Nach oben verschwinden die Gypse, und statt ihrer erscheinen in mehren Gegenden viele Schichten von Thonquarz (oder Thonhornstein) zwischen den Mergeln. Einzelne Schichten von Sandstein oder Dolomit, und dünne Lagen von feinkörnigem Quarzit unterbrechen hier und da die zwar oft sehr buntscheckig erscheinende, dennoch aber ziemlich einförmige Bildung.

Der Gyps findet sich theils als Fasergyps, in dünnen Lagen und Schmitzen hundertfältig mit eben so dünnen Lettenlagen wechselnd, und gleichzeitig in Trümern und Adern das Ganze durchschwärmend; theils tritt er als dichter, feinkörniger und körnigschuppiger Gyps in grösseren oder kleineren, bald lenticularen, bald regellos gestalteten Stöcken auf.

Organische Ueberreste werden in dieser Etage fast gänzlich vermisst, mit Ausnahme von Saurierknochen, die bisweilen in den Steinmergeln vorkommen.

Die Mächtigkeit der Etage beträgt bei Stuttgart zwischen 300 und 400 Fuss, wächst aber in anderen Gegenden Schwabens und Thüringens stellenweise bis zu 500 und 600 Fuss, während sie zuweilen bis auf 200 Fuss herabsinkt, und in einigen Gegenden, wie z. B. mehrorts im Elsass und in Lothringen, hinter jener der unteren Etage zurückbleibt.

Die Gypsstöcke haben oftmals Störungen des Schichtenbaues in denen sie einschliessenden Mergeln hervorgebracht. Während diese Mergel da, wo sie allein auftreten, sehr regelmässig geschichtet zu sein pflegen, so zeigen sie in der unmittelbaren Umgebung der Gypsstöcke eine unregelmässig gewundene, aufwärts oder abwärts gebogene und bisweilen ausserordentlich verworrene Schichtung, was vielleicht daraus zu erklären sein dürfte, dass der

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 153 ff.

Gyps ursprünglich Anhydrit war, welcher sich erst später mit Wasser verband und dabei eine Anschwellung erlitt. Nach v. Alberti und Quenstedt soll auch wirklich in der Tiefe bisweilen Anhydrit vorgekommen sein. Halurg. Geol. I, 417, und das Flötzgeb. Würtemb. 87.

Am Jura, in der Linie von Salins nach Lons-le-Saulnier, sind die dichten weissen Gypse besonders mächtig in der Mitte dieser Etage abgelagert, werden aber gleichfalls von gypsfreien bunten Mergeln überlagert, welche Marcou zwar schon zu der obersten Etage rechnet, während sie wohl besser mit der mittleren Etage zu vereinigen sind, um eine Uebereinstimmung mit der in anderen Gegenden bekannten Gliederung zu erlangen.

3. Obere Etage, oder Gruppe der Sandsteine.

Nach oben werden die bunten Mergel von sehr feinkörnigem, thonigem Sandsteine bedeckt, welcher in Schwaben unter dem Namen des Schilfsandsteins bekannt ist (S. 769), und stellenweise dem Lettenkohlensandsteine recht ähnlich wird, dessen Pflanzenreste sich in ihm wiederholen, ja dessen Kohlenflötze sogar hier und da, wie bei Stuttgart und Cannstadt, ihre Vertreter gefunden haben. Dieser Sandstein zeigt meist eine discordante Parallelstructur und ist in seiner Mächtigkeit vielfachen Wechseln unterworfen, so dass er bald über 60 Fuss mächtig ansteht, bald auf wenige Fuss herabsinkt; diese abwechselnden Anschwellungen und Verdrückungen, dieses rasche Verschwinden und Wiederauftreten des Sandsteins soll nach Quenstedt im südwestlichen Teutschland ganz allgemein Statt finden.

Wenn er sich auch nicht überall wie bei Stuttgart durch seine grünliche oder rothscheckige Farbe vom Sandsteine der Lettenkohlengruppe unterscheidet, so wird er doch immer durch seine Lagerung über der Hauptgruppe der bunten Mergel charakterisirt.

Indessen könnte auch dieses bathrologische Kriterium bisweilen zweifelhaft werden, weil in Würtemberg über diesem feinkörnigen Sandsteine abermals grell buntfarbige Thonmergel und dolomitische Steinmergel auftreten, welche Quenstedt als ein sehr bezeichnendes Schichtensystem hervorhebt, dessen Mächtigkeit stellenweise bis 100 F. beträgt.

Diese rothen und grünen Thonmergel sind niemals lettenartig und schieferig, sondern mehr thonsteinähnlich, aber im hohen Grade bröckelig, daher sie buntfarbige Schuttgehänge bilden, aus denen die Steinmergelbänke hervorragen. Auch feinkörnige, kieselige Sandsteine mit Wülsten, Wellenfurchen, Leistennetzen, und würfeligen Krystalloiden erscheinen in weit fortsetzenden Platten.

Ueber diesen oberen bunten Mergeln folgen grobkörnige, meist weisse oder doch hellfarbige Sandsteine, welche nicht nur in Schwaben, sondern auch in Franken und in anderen Gegenden als ein besonders

charakteristisches, weit verbreitetes und oft sehr mächtiges Glied der oberen Etage auftreten; sie sind gewöhnlich kaolinhaltig, sehr locker und zerreiblich, werden daher oft als Quarzsand benutzt, führen aber auch häufig viele fleischrothe Feldspathkörner, und werden bisweilen so grobkörnig, dass sie fast eine breccienartige Beschaffenheit erhalten. Ihre zum Theil recht mächtigen Schichten wechseln mit Lagen von rothem, grünem oder grauem Letten, welche jedoch die vorwaltenden Sandsteine niemals zu verdrängen vermögen.

Sehr bezeichnend für diese oberen, groben Keupersandsteine sind die häufig vorkommenden Brocken und Nester von schöner Pechkohle, welche aber, eben so wie die hier und da eingelagerten unreinen Kohlenschichten, durchaus keinen Gegenstand der bergmännischen Gewinnung bilden können.

In Würtemberg endigt die Keuperformation mit dunkelrothem Letten, über welchen noch gelbe, äusserst feinkörnige und harte Sandsteine liegen. Die letzte Schicht dieses Sandsteins pflegt, unmittelbar in der Auflagerungsfläche der Liasformation, als eine förmliche Knochenbreccie ausgebildet zu sein, indem sie mit Knochenfragmenten, Zähnen, Schuppen und Koprolithen von Fischen und Sauriern erfüllt ist. Sie erinnert an die ähnlichen Vorkommnisse im Lettenkohlensandstein, und gewinnt deshalb ein besonderes Interesse, weil auch in England die Basis der Liasformation vielorts durch eine ganz gleichartige Fisch- und Reptilienbreccie ausgezeichnet ist. Plieninger nennt sie sehr bezeichnend die Gränzbreccie, weil sie die Gränze zwischen Trias und Lias bildet.

Diese Zusammensetzung der oberen Etage der Keuperformation ist zwar nicht in allen ihren Territorien genau so wieder zu erwarten, wie sie hier, unter besonderer Berücksichtigung des Schwäbischen Territoriums, nach Quenstedt geschildert wurde; allein in der Hauptsache, d. h. in dem Vorwalten der Sandsteine, und namentlich der grobkörnigen Sandsteine, dürfte sie sich fast überall gleich bleiben, wo sie überhaupt vorhanden ist*). Denn natürlich gelten auch für die Keuperformation, wie ja mehr oder weniger für alle Sedimentformationen, die oben S. 48 und 49 ausgesprochenen Bemerkungen, welchen zufolge einzelne Formationsglieder hier zu einer mächtigen, dort zu einer geringfügigen, und noch anderwärts zu gar keiner Entwickelung gelangt sein können.

Organische Ueberreste sind in der oberen Etage der Keuperformation nicht häufig, und bestehen grösstentheils in Pflanzenresten, an

*) Man vergleiche z. B. *Marcou, Mém. sur le Jura Salinois;* v. Schauroth über die Gegenden von Coburg und Culmbach, in Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. III, 409 und IV, 542; v. Strombeck über die Gegend von Braunschweig, ebendaselbst, IV, 54 ff.; Fr. Hoffmann, Uebers. d. orogr. und geogn. Verhältnisse vom NW. Deutschland, 443 ff.

welchen zumal der untere feinkörnige Sandstein bisweilen sehr reich ist; die wichtigsten derselben sind wiederum *Equisetites columnaris*, *Calamites arenaceus* und *Taeniopteris vittata* oder *marantacea*, wozu sich noch *Pterophyllum Jaegeri* und *Pecopteris Stuttgardiensis* gesellen. Bei Coburg ist es ein Sandstein von ziemlich gleicher bathrologischer Stellung, in welchem vollständige Abdrücke von *Semionotus Bergeri Ag.* vorgekommen sind*). — In den Lettenschichten der oberen bunten Mergel haben sich als Seltenheit Abdrücke von *Posidonomya minuta* gefunden. — Die oberen, grobkörnigen Sandsteine zeigen von Pflanzenresten, ausser der bereits erwähnten Pechkohle, nur selten Equiseten oder Calamiten, bei Coburg und anderwärts auch Coniferenstämme (*Voltzia coburgensis*, v. Schauroth), von Thierresten bisweilen Knochenfragmente und Zähne, namentlich auch von *Belodon Plieningeri* (oder *Phytosaurus cylindricodon*); die mit diesem Sandsteine wechselnden Schieferthonschichten halten bei Veitlahm unweit Culmbach schöne Pflanzenabdrücke. — Die Knochenbreccie endlich, mit welcher die Keuperformation abschliesst, ist reich an Zähnen von *Hybodus*, *Acrodus* und Sauriern, an Fischschuppen, an braunen bröcklichen Koprolithen und anderen fragmentaren Ueberresten von Fischen und Reptilien.

Die Mächtigkeit der oberen Etage beträgt bei Stuttgart über 300 Fuss, ist aber sehr wechselnd nach Maassgabe der Mächtigkeit ihrer einzelnen Glieder, und sinkt in manchen Gegenden wohl bis auf 100 F. herab.

Uebrigens folgen sich alle Glieder der Keuperformation in concordanter Lagerung, wie sie selbst der Muschelkalkformation regelmässig aufgelagert ist, und eben so regelmässig von der Liasformation bedeckt wird, gegen welche ihre Gränze oft sehr unsicher werden kann, wenn diese Formation gleichfalls mit Sandstein beginnt, und die Knochenbreccie nicht vorhanden ist.

§. 400. *Trias in England und in Oberschlesien.*

Während in Lothringen, Schwaben, Franken, Thüringen und Hessen die Trias vollständig, in allen ihren drei Hauptgliedern vorhanden, und auch jedes dieser Glieder als ein selbständiges Ganzes ausgebildet ist, so beginnen weiter nördlich und nordwestlich, in Luxemburg und im nördlichsten Theile Westphalens, Verhältnisse, welche ein allmäliges Ausfallen des Muschelkalkes vorbereiten, indem derselbe dort durch Zwischenschichten von rothem Schieferletten, Sandstein und Conglomerat der-

*) Vergl. v. Schauroth, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 409.

gestalt in mehre Lager zerschlagen erscheint, dass man noch weiter nach Nordwesten seine gänzliche Auskeilung erwarten kann. Und in der That verhält es sich so; denn wo jenseits der Niederlande und der Nordsee die Trias in England wiederum zu Tage austritt, da besteht solche in grosser Ausdehnung nur noch aus Buntsandstein und Keuper, da ist der Muschelkalk, dieses in Teutschland so bedeutende Formationsglied, gar nicht mehr nachzuweisen. Ganz ähnlich sind nach Dufrénoy die Verhältnisse an der Südseite des Centralplateaus von Frankreich, wo in den Departements des Aveyron, des Lot und der Dordogne die Trias gleichfalls nur als Dyas, ohne den Muschelkalk, ausgebildet ist.

Friedrich Hoffmann hat zuerst auf die merkwürdigen Verhältnisse bei Ibbenbühren, am westlichen Ende des Wesergebirges, aufmerksam gemacht. Dort ist nämlich der Muschelkalk nicht mehr als eine einzige, ungetheilte Kalksteinablagerung vorhanden, sondern er wird daselbst durch einige ihm eingelagerte Schichtensysteme von rothem Mergel und Schieferletten abgetheilt. Er liegt also, mit diesen Gesteinen wechsellagernd, über den rothen Mergeln des Buntsandsteins und unter den ganz ähnlichen Gesteinen des Keupers, zeigt auch zum Theil eine ziemlich abweichende petrographische Beschaffenheit. Denkt man sich nun, dass weiter nach Westen dieses Eingreifen der rothen Mergel und Schieferletten immer häufiger erfolgt, und dass die Kalksteinschichten an Zahl und Mächtigkeit beständig abnehmen, während die anderen Schichten zahlreicher und mächtiger werden, so begreift man, wie die Muschelkalkformation als solche spurlos verschwunden sein müsse, lange bevor man die Englischen Küsten erreicht. Karstens Archiv, Bd. 12, S. 302. Nach Volger findet auf Helgoland eine ähnliche Wechsellagerung zwischen Muschelkalk und Keuper Statt, und v. Bennigsen-Förder bemerkt, dass auch im westlichen Theile von Luxemburg der Muschelkalk mehrorts durch Einlagerungen von rothem Schieferletten (ja sogar von Conglomerat) unterbrochen wird. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, S. 1 f. — Diese Erscheinungen, sagt v. Dechen, sind deshalb von Interesse, weil sie zeigen, auf welche Weise eine sehr mächtige, weit verbreitete Gebirgsmasse, die grossen Länderstrichen einen bestimmten Charakter verleiht, in ein unscheinbares Zwischenlager verwandelt wird, und endlich spurlos verschwindet. Handb. der Geogn. von De la Beche, bearb. von v. Dechen, S. 437.

1. Trias in England.

In England ist die Trias sehr verbreitet; von Teignmouth in Devonshire erstreckt sie sich nordwärts durch das ganze Land, über Nottingham einerseits bis Stockton in Durham, und anderseits bis nach Lancaster. Sie liegt dort grösstentheils mit horizontaler Schichtung discordant auf den älteren Formationen, und liefert zumal in ihrer oberen Abtheilung einen äusserst fruchtbaren Boden.

Der eigentliche Buntsandstein gewinnt besonders im mittleren England eine bedeutende Entwickelung, und eine Mächtigkeit bis zu

600 Fuss; er ist stellenweise, wie z. B. in Staffordshire, reich an Conglomeraten, wird aber ausserdem, gerade so wie in Teutschland, von rothen, nach oben oft weissen oder doch hellfarbigen Sandsteinen, so wie von rothem und grünem Schieferletten gebildet.

Der Muschelkalk fehlt zwar in England; doch scheint wenigstens in Shropshire ein kalkiger Lagerzug (*a subcalcareous course*) seine Stelle zu bezeichnen. Derselbe findet sich bei Broughton, 7 engl. Meilen nördlich von Shrewsbury, genau auf der Gränze des Buntsandsteins und der salzführenden Keupermergel. Das Gestein dieser Lager ist ein sandiger, grauer, aber gelb verwitternder, in Platten brechender Kalkstein, welcher bisweilen ganz von Kalkspath imprägnirt und dann im Bruche schillernd ist. Obgleich in diesen Schichten noch keine organischen Ueberreste gefunden worden sind, so hält sie Murchison dennoch für die Repräsentanten des Muschelkalkes. *The Silurian System, p.* 37.

Der durch kalkarme sogenannte Mergel, durch Schieferletten und Gyps charakterisirte Keuper ist vorzüglich in Cheshire, Worcestershire, Shropshire, Warwickshire und Lancashire ausgebildet, wird oft über 1000 Fuss mächtig, ist in den beiden erst genannten Grafschaften reich an Soolquellen und Lagern und Stöcken von Steinsalz, welche dort, eben so wie in Lothringen, innerhalb der unteren Etage auftreten. Bei Northwich in Cheshire kennt man zwei Salzlager von grosser Verbreitung und mehr als 90 und 100 Fuss, bei Lawton, 20 Meilen südlich von Northwich, drei Salzlager von 4, 12 und 72 Fuss Mächtigkeit, und bei Stoke-Prior, unweit Droitwich in Worcestershire, sind im Jahre 1828 sogar fünf Salzlager nachgewiesen worden. Ueberhaupt erstreckt sich die Salzführung der Englischen Keuperformation nach Ormerod über einen Raum von 150 engl. Meilen Ausdehnung, innerhalb dessen die Mächtigkeit der ganzen Trias oft über 1700 Fuss beträgt.

Die Masse der beiden Salzlager von Northwich besteht nach Holland aus einem Gemeng von Steinsalz und rothbraunem Thon, in welchem sich häufige Nester, Stöcke und Adern (*veins*) von reinerem, weissem Salze finden. Das untere Lager enthält in seiner Mitte eine 15 bis 18 Fuss mächtige Schicht von sehr reinem Salz, welche vorzugsweise den Gegenstand des dortigen Steinsalzbergbaus bildet, dessen Gruben bei guter Beleuchtung einen prachtvollen Anblick gewähren. Merkwürdig sind die polyëdrischen Formen, zu welchen sich die weissen Salzlagen in dem rothen Thone verbunden zeigen; die 2 bis 6 Zoll mächtigen Salzlagen durchschneiden sich nämlich dergestalt, dass im Querschnitte concentrische, polygonale Figuren und selbst Kreise von 2 bis 12 Fuss Durchmesser hervortreten. Weder in den Salzlagern, noch in denen sie begleitenden Schichten ist jemals eine Spur von organischen Körpern entdeckt worden. Holland, in *Trans. of the geol. soc.* I, 1811, *p.* 38 ff. auch Horner, ebendaselbst, II, *p.* 94 ff.

An der Ostseite der Malvernhills zeigt die Trias nach Phillips eine Gliederung, welche, bis auf den Mangel des Muschelkalkes, viele

Aehnlichkeit mit manchen Territorien in Teutschland erkennen lässt, weshalb wir sie hier folgen lassen.

a. Buntsandstein.

α. Haffield-Conglomerat, meist dunkelroth, findet sich nur in alten Buchten oder Baien, hat eine sehr verschiedene Mächtigkeit bis zu 200 Fuss, und fehlt häufig ganz.

β. Newent-Sandstein; meist roth, bald weich, bald hart, z. Th. conglomeratartig durch Quarzgerölle, wechselt mit rothem sandigen Schieferletten, hat oft discordante Parallelstructur, und geht nach oben in weissen Sandstein über; ist 200 bis 400 Fuss mächtig, und findet sich nur zwischen den Malvernhills und dem Mayhill.

b. Keuper.

α. Untere Mergel; 400 bis 500 Fuss mächtig, zum Theil mit Sandsteinlagen, darunter harte, dünne Sandsteinplatten mit würfeligen Krystalloiden.

β. Keupersandstein; selten über 20 Fuss mächtig lässt sich dieser, sehr häufig mit discordanter Parallelstructur, bisweilen auch mit Leistennetzen versehene Sandstein von den Ufern der Severn bei Box-Grove bis nach Upton, 120 engl. Meilen weit verfolgen.

γ. Obere Mergel; 200 bis 250 Fuss mächtig.

Memoirs of the geol. survey of Great Britain, *vol. II, part. I, p.* 110 ff.

Im Allgemeinen ist die englische Trias sehr arm an organischen Ueberresten. Bei Allesley-Hill unweit Coventry enthält der weisse Sandstein verkieselte Stämme von Coniferen*); auch kennt man *Posidonomya minuta*, Zähne von *Labyrinthodon*, und mehrorts Fährten von *Chirotherium*. Bei Axmouth in Devonshire, so wie bei Westbury und Aust-Cliff in Gloucestershire liegt, wie in Würtemberg, auf der Gränze des Keupers und Lias eine Knochenbreccie, das sogenannte *bone-bed*, reich an Ueberbleibseln von Fischen.

Diese Fisch- und Reptilienbreccie wurde früher schon zur Liasformation gerechnet, bis Agassiz, Geinitz und Egerton zeigten, dass die meisten ihrer Fossilien mit gewissen Formen des Muschelkalkes übereinstimmen. Dahin gehören besonders Zähne von *Hybodus plicatilis* und *Saurichthys apicalis*, so wie Schuppen von *Gyrolepis tenuistriatus* und *G. Albertii*. Vergl. Neues Jahrb. für Min. 1841, 568, und 1843, 118.

2. Muschelkalk in Oberschlesien und Polen.

Wenn auch in Niederschlesien, sagt v. Dechen, kein Zweifel obwalten kann, dass der östlich und westlich von Bunzlau bei Nischwitz,

*) Diese Stämme sind oben, S. 634 Anm. irrigerweise als Vorkommnisse im Rothliegenden erwähnt worden.

Wartha, Grosshartmannsdorf und bei Wehrau vorkommende Kalkstein dem Muschelkalke angehört, indem er regelmässig auf buntem Sandstein aufliegt, und dem Thüringer Muschelkalke in Beschaffenheit und Versteinerungen ganz gleich ist, so ist die Stellung des Oberschlesischen Kalksteins von Tarnowitz lange Zeit um so ungewisser gewesen. Es kommt dort weder Buntsandstein noch Keuper vor; sondern derselbe liegt auf dem Steinkohlengebirge unmittelbar auf, und wird von oberen Gliedern der Juraformation bedeckt*). Indessen ist dieser Tarnowitzer Kalkstein doch schon für Muschelkalk angesprochen worden, ehe noch die paläontologischen Beweise für die Richtigkeit dieser Deutung geliefert wurden**).

Dieser Muschelkalk Oberschlesiens unterscheidet sich von den gleichnamigen Bildungen anderer Gegenden durch seine vorwaltenden Dolomite, durch die theilweise Verschiedenheit seiner organischen Ueberreste, und durch seine reichen Lagerstätten von Brauneisenerz, Galmey und Bleiglanz. Auf ganz ähnliche Weise ist er im angränzenden Polen ausgebildet, wie er sich denn überhaupt mit gleichen Eigenschaften von Oppeln und Krappitz an der Oder, über Tarnowitz und Olkucz bis nach dem Kloster Alwernia erstreckt. Weiter östlich, in den Umgebungen des Sandomirer Gebirges, erscheint der Muschelkalk abermals, zugleich mit dem ihn unterteufenden Buntsandsteine, um dann auf grosse Strecken unter neueren Bildungen zu verschwinden.

Im Allgemeinen lässt auch der Muschelkalk von Tarnowitz und Olkucz drei Hauptglieder oder Etagen unterscheiden, welche den drei in §. 396 beschriebenen Etagen zu vergleichen sind. Die untere Etage besteht aus blaulichgrauem oft dünnschichtigem Kalksteine, dem sogenannten Sohlgesteine; die mittlere Etage aus eisenreichem Dolomite, dem sogenannten Dachgesteine, und die obere Etage abermals aus Kalkstein und Mergel, dem sogenannten Opatowitzer Kalksteine. Die verschiedenen Erzlagerstätten kommen nahe an der Gränze der unteren

*) Handbuch der Geognosie, von De la Beche, bearbeitet von v. Dechen, S. 437.

**) Laut einer, in Freieslebens geognostischen Arbeiten, Bd. IV, S. 275 stehenden brieflichen Mittheilung vom Jahre 1809, sprach Schulze schon damals ganz bestimmt die Ansicht aus, dass der Tarnowitzer Kalkstein nur Muschelkalk sein könne, welche Ansicht er später in Leonhards min. Taschenb. X, 1816, S. 143 abermals geltend zu machen suchte, bis solche durch v. Oeynhausen, in seinem Versuche einer geognostischen Beschreibung von Oberschlesien (1822, S. 218 f.) und durch Pusch (in Karstens Archiv, 1829, S. 34, und in seiner geognost. Beschreibung von Polen 1833, S. 251 f.) auch durch paläontologische Gründe ausser allen Zweifel gesetzt wurde.

und mittleren Etage, jedoch schon innerhalb der letzteren vor, worauf sich auch die aus der Sprache des Oberschlesischen Bergmanns entlehnten Namen Sohlgestein und Dachgestein beziehen *).

Die untere Etage wird theils von reinen, ziemlich dickschichtigen, theils von mergeligen oder thonigen, dünnschichtigen Kalksteinen gebildet, welche beide mit dünnschieferigen Lettenlagen abwechseln, im frischen Zustande dunkel blaulichgrau und etwas bituminös sind, durch die Verwitterung aber gelb oder schmutzig weiss werden. Die dünnschichtigen Varietäten zeigen auf ihren Schichtungsflächen wellenförmige Unebenheiten und häufige Schlangenwülste, weshalb sie schon von Pusch mit dem Wellenkalke Schwabens verglichen wurden.

Diese Etage hat die grösste Verbreitung, bedeckt längs ihrer südlichen Gränze in discordanter Lagerung die Schichten der Steinkohlenformation und des Thonschiefers, von welchen sie jedoch vielorts durch ein Zwischenlager rother Thonschichten, als einer schwachen Andeutung der Buntsandsteinformation, getrennt wird. Sie erhebt sich einerseits über das Niveau der Steinkohlenformation, anderseits senkt sie sich zu flachen aber langgestreckten Mulden ein, denen die Dolomite der mittleren Etage eingelagert sind. In Oberschlesien kennt man besonders zwei dergleichen Mulden, von welchen die eine den Tarnowitzer, die andere den Beuthener Dolomit einschliesst; in Polen sind die Mulden weit zahlreicher: „von Scharley über Bobrownik bis Woikowice, sagt Pusch, bildet das Sohlgestein ein so complicirtes System von Mulden und Satteln, wie man es nur selten beobachtet.“ Die Oberfläche dieser Etage ist zumal da, wo über ihr die Erze vorkommen, höchst uneben, mit regellosen Vertiefungen und Erhöhungen, mit Racheln, Schrunden und Abstürzen versehen.

Die mittlere Etage, welche nach allen ihren Eigenschaften als das Aequivalent der anderwärts durch Anhydrit und Steinsalz charakterisirten Zwischenbildung (S. 757) zu betrachten ist, besteht theils aus Dolomit, theils aus sehr dolomitischen Kalksteinen, wie solches schon von Pusch, besonders aber durch zahlreiche Analysen von Karsten bewiesen worden ist. Alle diese dolomitischen Gesteine enthalten mehr oder weniger kohlensaures Eisenoxydul (meist 3 bis 14 p. C.), auch etwas kohlensaures Manganoxydul, und sind oft reich an Kieselerde. Sie erscheinen theils als gelbe, graue und weisse, theils als braune, mit viel Brauneisenerz gemengte, krystallinisch-körnige bis dichte, dabei porose, zellige, cavernose und drusige Gesteine, welche oft Knollen, Nieren oder Lagen eines flintähnlichen hellfarbigen Hornsteins umschliessen, und sich schon in ihrem äusseren Habitus als wohl charakterisirte Dolomite

*) Ueber die Zusammensetzung und Gliederung der Oberschlesisch-Polnischen Muschelkalkformation gaben ausführliche Belehrung: v. Oeynhausen, in Versuch einer geogn. Beschr. von Oberschlesien, 1822, S. 203 ff., Karsten, in den Abhandl. der K. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1830, S. 1 ff., Pusch, in Geognost. Beschreibung von Polen, 1833, S. 210 ff., v. Carnall, in Verhandl. der Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde, 1847, so wie Krug v. Nidda, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 1850, S. 206 ff.

beurkunden. Nach unten und oben ist diese Etage sehr deutlich geschichtet, während sie in ihrem mittleren Theile keine Schichtung, sondern nur eine vielfache und ganz regellose Zerklüftung zeigt. Die untersten Schichten sind durch Kohlenstoff schwärzlichgrau gefärbt und wechseln mit gleichfarbigen, bituminösen und kohligen Lettenschichten, welche reich an Eisenkies sind, daher Vitriol-Letten genannt werden, und bisweilen schwache Kohlenschmitzen führen. Die obersten Schichten haben gewöhnlich eine mergelige Beschaffenheit.

Dieser Dolomit ist in Oberschlesien den ganz flachen Mulden des Sohlgesteins dergestalt eingelagert, dass er von den Rändern derselben gegen die Mitte hin allmälig aufsteigt, und folglich über den Muldenlinien seine grösste Höhe und Mächtigkeit erreicht, welche letztere zwischen Beuthen und Scharley bis 386 Fuss beträgt.

Die obere Etage endlich, oder der Opatowitzer Kalkstein, hat die geringste Verbreitung und Mächtigkeit. Man kennt sie besonders in der Gegend von Tarnowitz, wo sie wie eine Decke über dem Dolomitplateau ausgebreitet ist, nach unten in die mergeligen Dolomite übergeht, wesentlich aus hellfarbigem, dünnschichtigem Kalkstein und Mergel besteht, und durch zahlreiche Knollen und Lagen von flintähnlichem Hornstein, so wie durch gewisse, ihr eigenthümliche Fossilien ausgezeichnet ist. Auch bei Mikultschütz und an anderen Orten ist diese Etage mit ähnlichen Eigenschaften bekannt.

Fossilien sind im Sohlgesteine ziemlich häufig, besonders aber im Opatowitzer Kalksteine ausserordentlich angehäuft, während sie in der mittleren Etage des Dolomites zu den Seltenheiten gehören. In der Hauptsache stimmen sie mit denen des Muschelkalkes anderer Gegenden Teutschlands vollkommen überein; doch erscheinen zumal im Opatowitzer Kalksteine neben manchen eigenthümlichen auch andere Formen, welche bis jetzt nur in der oberen Etage der Alpinischen Trias, bei St. Cassian und Recoaro, nachgewiesen worden sind, so dass der Oberschlesische Muschelkalk ein besonderes Interesse gewinnt, weil er in paläontologischer Hinsicht als ein Verbindungsglied zwischen der nordteutschen und der Alpinischen Trias erscheint.

Zu diesen Formen der Alpinischen Trias gehören z. B. *Dadocrinus gracilis*, *Montlivaltia capitata*, Asträen, die zweikantigen Cidaritenstacheln, *Terebratula decurtata*, *T. trigonella*, *T. Mentzelii*, eine Species von *Spirifer*, *Avicula tenuistriata* u. a. Beyrich, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, 255. Eine ausführliche Schilderung der Fauna des Oberschlesischen Muschelkalkes gaben H. v. Meyer und Dunker im ersten Bande der Palaontographica S. 216 ff. und S. 283 ff.

Die Erzführung des Oberschlesisch-Polnischen Muschelkalkes bildet eine in technischer wie in geologischer Hinsicht äusserst wichtige Erscheinung. Es sind besonders dreierlei Erze, nämlich Bleiglanz, Brauneisenerz und Galmei, welche mehr oder weniger gesondert

vorkommen, und in der ganzen Art und Weise ihres Auftretens die entschiedenen Beweise liefern, dass sie erst nach der Ablagerung des Dolomites, auf hydrochemischem Wege durch Mineralquellen gebildet worden sein müssen, wie solches von v. Carnall ausgesprochen und von Krug v. Nidda sehr schön dargethan worden ist*).

Im Allgemeinen giebt sich eine sehr nahe Beziehung dieser Erzlagerstätten zu dem Dolomite zu erkennen, wogegen das Sohlgestein für dieselben ein wahres Todtliegendes ist. Der Bleiglanz pflegt mehre Fuss über dem Sohlgestein, in einer der untersten Dolomitschichten vorzukommen, innerhalb welcher er eingesprengt, in Trümern, und, vorzüglich nahe an der obern Schichtungsfläche, lagenartig auftritt. Der Galmei, welcher als weisser und rother (sehr eisenschüssiger) Galmei unterschieden wird, findet sich auch auf zweierlei Art; der weisse Galmei nämlich erscheint meist unmittelbar auf der Oberfläche des Sohlgesteins, innerhalb eines mergeligen Lettenlagers von gewöhnlich 2 bis 3 Fuss, bisweilen aber 1 bis 2 Lachter Mächtigkeit, welches er in oolithischen Körnern, in Concretionen und Secretionen von der verschiedensten Form und Grösse, in Platten, Trümern und Adern erfüllt, welche letztere oft in den aufliegenden Dolomit hinaufreichen. Der rothe, oft mit Brauneisenstein vergesellschaftete Galmei bildet theils innerhalb, theils an der Gränze des Dolomites regellose stock- und klotzartige Massen, welche allmälig in den Dolomit übergehen. Der meist ockerige Brauneisenstein erscheint in 1 bis 5 Lachter mächtigen Ablagerungen theils innerhalb des Dolomites, theils auf der Gränze desselben.

Die schon von v. Oeynhausen geltend gemachte Ansicht, dass diese dreierlei Erze nur einer Erzformation angehören, und die von v. Carnall aufgestellte Hypothese, dass ihre Bildung durch ehemalige, an Blei-, Zink- und Eisensalzen reiche Mineralquellen vermittelt worden sei, welche auflösend, zersetzend und umbildend auf den Dolomit einwirkten, sind in neuerer Zeit durch die äusserst interessanten Beobachtungen und Folgerungen Krug v. Nidda's bis zur völligen Evidenz bewiesen worden. Besonders wichtig ist der Nachweis von spalten- und röhrenförmigen Schlünden im Sohlgesteine, welche mit den Erzablagerungen in unverkennbarem Zusammenhange stehen, und sich deutlich als die ehemaligen Quellen-Canäle zu erkennen geben. Durch den Bergbau sind viele solcher alten Quellenschlünde aufgefunden worden, deren Wände mit denselben Erzen bedeckt sind, welche sich oben auf der Oberfläche des Sohlgesteins ausbreiten. Auch müssen sämmtliche Erze als gleichzeitige Gebilde betrachtet werden, welche sich nach ihrer Beschaffenheit und unter dem Einflusse des Nebengesteins räumlich getrennt haben. Diese Trennung ist jedoch so unvollständig geblieben, dass es kein Eisenerz aus diesen Lagerstätten giebt, welches nicht mehr oder weniger Zink und

*) Für die sehr ähnlichen, im Muschelkalke bei Wiesloch in Baden vorkommenden Galmei-Lagerstätten sind ganz analoge Verhältnisse nachgewiesen, und daher auch in Betreff ihrer Bildung ganz dieselben Folgerungen geltend gemacht worden. Walchner, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 359, und Holzmann, im Neuen Jahrb. für Min. Geogn. u. s. w. 1852, S. 907.

Blei, und keinen Galmei, der nicht wiederum Eisen und Blei enthielte. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, S. 220 ff.

§. 401. *Trias in den Alpen.*

Seitdem durch Maraschini im Jahre 1822 das Vorhandensein des Muschelkalkes im Vicentinischen und in Tyrol nachgewiesen worden war, haben sich Keferstein, Pasini, Catullo, Studer, Boué, Leopold v. Buch, Graf zu Münster, Wissmann, v. Klipstein, Emmrich, Fuchs und v. Hauer grosse Verdienste um die Kenntniss der Alpinischen Trias erworben. Aus ihren Arbeiten geht hervor, dass, bei allen petrographischen und paläontologischen Verschiedenheiten, doch im Allgemeinen auch dort eine dreifache Gliederung geltend gemacht werden kann, indem sich der recht wohl charakterisirte Buntsandstein, der eben so deutlich bezeichnete, obgleich nach oben in mächtige Dolomite verlaufende untere Muschelkalk, und endlich eine dritte Bildung unterscheiden lässt, welche allerdings in paläontologischer Hinsicht so ganz eigenthümlich charakterisirt ist, dass man über ihre eigentliche Bedeutung lange zweifelhaft geblieben und selbst bis auf den heutigen Tag noch nicht ganz einverstanden ist.

Zu dieser merkwürdigen Bildung gehören die, zuerst von Boué nachgewiesenen und durch ihren grossen Reichthum an Petrefacten berühmt gewordenen Kalksteine und Mergel von St. Cassian oder Buchenstein in Tyrol, die von Fuchs geschilderten Trapptuffe der Venetianer Alpen, der bekannte farbenspielende Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnthen, und jene räthselhaften, an Ammoniten und Orthoceren reichen Kalksteine, welche auf der Nordseite der Alpen, zumal in der Nähe der dortigen Steinsalzablagerungen, unter solchen Verhältnissen auftreten, dass diese colossalen Salzstöcke gleichfalls in das Gebiet der Alpinischen Trias zu verweisen sind, dafern den sie umgebenden Kalksteinen eine solche Stellung zukommt.

Obgleich nun einerseits das Wiederauftreten von Orthoceren, und anderseits die gleichsam vorzeitige Erscheinung zahlreicher Ammoniten (besonders aus der Familie der Globosen) als ein paar sehr auffallende Anomalien dieser oberen Bildung zu betrachten sind, so dürfte sie doch nur entweder als das Aequivalent der oberen Etage des Muschelkalkes, oder auch als eine eigenthümliche pelagische Facies der unteren Abtheilung der Keuperformation zu deuten sein; welche letztere Deutung ihr schon früher von Elie de Beaumont ertheilt worden war, neuerdings aber durch die trefflichen Arbeiten v. Hauer's zu grosser Wahrscheinlichkeit gebracht worden ist.

Wenn auch eine specielle Schilderung der verschiedenen Formen und Verhältnisse, unter denen die Alpinische Trias in verschiedenen Gegenden auftritt, dem Zwecke und Raume eines Lehrbuches nicht angemessen sein kann, so können wir es uns doch nicht versagen, unsern Lesern eine kurze Uebersicht der schönen allgemeinen Darstellung vorzuführen, welche v. Hauer von ihr gegeben hat*).

1. Buntsandstein. Rothe oder bunte, oft glimmerige Sandsteine, welche vielorts unmittelbar auf quarzführendem Porphyr aufruhen, nach oben mit Mergeln wechsellagern, und in ihrem Habitus den Sandsteinen der Buntsandsteinformation anderer Gegenden oft ganz ähnlich sind. Diese Sandsteine enthalten in ihren oberen, mergeligen Schichten organische Ueberreste, unter welchen v. Hauer als die am weitesten verbreiteten Leitfossilien folgende hervorhebt:

Araucarites Agordicus Ung.	*Posidonomya Clarai Emm.*
Avicula Zeuschneri Wissm.	*Myacites Fassaensis Wissm.*
. *Venetiana Hauer*	*Naticella costata Münst.*

Diese und andere Fossilien sind zwar ausserhalb der Alpen noch nicht bekannt; allein der Sandstein bildet die Unterlage des ächten Muschelkalkes, welcher die letztgenannten drei Species gleichfalls enthält.

Der Buntsandstein zieht sich an der Nordseite der Alpen von Rosenthal bei Grünbach nach Buchberg, Reichenau, Neuberg, Eisenerz (wo er am Leopoldsteiner See ansteht), Annaberg, Abtenau, Werfen, Berchtesgaden, und von Dienten in einem stetigen Zuge bis nach Schwaz in Tyrol. In den südlichen Alpen ist er sehr verbreitet; so bei Bergamo, Recoaro, im Fassathale, auf der Seisser Alpe, bei Agordo u. a. O.; auch die rothen Sandsteine von Kärnthen und Krain gehören jedenfalls hierher**).

2. Unterer Muschelkalk. Derselbe erscheint besonders in zwei verschiedenen Formen, nämlich als gewöhnlicher Muschelkalk und als sogenannter Isocardienkalk.

a. Gewöhnlicher Muschelkalk; hellgrau, dünnschichtig und oft ganz ähnlich dem nordteutschen Muschelkalkstein; er liegt auf Buntsandstein, mit welchem er nach unten durch Wechsellagerung verbunden ist, und erscheint auf diese Weise im Fassathale und auf der Seisser Alpe, bei Recoaro, in der Gegend von Agordo und anderwärts, doch nur in den südlichen Alpen. Als besonders bezeichnende Fossilien sind zu erwähnen:

Encrinus liliiformis	*Spirifer fragilis*
Dadocrinus gracilis	*Pecten discites*
Terebratula vulgaris	*Gervillia socialis* und
. *trigonella*	*Myophoria pes anseris*

welche er mit dem teutschen Muschelkalke gemein hat, so wie

*) Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1850, S. 252 ff.

**) Pettko fand in dem sogenannten Grauwackenschiefer bei Schemnitz *Myacites Fassaensis* und *Naticella costata*; also existirt diese Bildung auch in den Karpathen.

Myacites Fassaensis	*Turbo rectecostatus* und
Posidonomya Clarai	*Ceratites Cassianus*

welche ihm eigenthümlich sind.

b. Isocardienkalkstein. In den nördlichen, hin und wieder auch in den südlichen Alpen treten an der Stelle des gewöhnlichen Muschelkalkes andere, hellfarbige und ausserordentlich mächtige Kalksteine auf, welche oft dolomitisch werden, und von Fossilien gewöhnlich nur eine grosse zweischalige Muschel*), vielleicht eine *Isocardia* (Catullo's *Cardium triquetrum*, die sogenannte Dachsteinbivalve) enthalten, zu der sich bisweilen ein *Hemicardium* und noch unbestimmte Gasteropoden gesellen. — Am deutlichsten beobachtete v. Hauer die Lagerungsverhältnisse dieses Kalksteins bei Bleiberg in Kärnthen, wo er unmittelbar auf dem Buntsandsteine aufliegt, die dortigen Blei- und Galmei-Erze enthält und vom Muschelmarmor bedeckt wird, welcher dem oberen Muschelkalk entspricht. Auch an manchen Stellen der nördlichen Alpen zeigt der Isocardienkalkstein ganz dieselbe Lagerung, weshalb er wohl als eine dem unteren Muschelkalke aequivalente Etage zu betrachten ist, obwohl ihn Catullo zur Juraformation rechnet.

Auf der Nordseite der Alpen trifft man diesen Kalkstein zuerst bei Piesting am Stahremberge, dann bei Hieflau, Hallstatt, im Tännengebirge, welches nach Lipold grossentheils aus ihm besteht, in den Oefen bei Golling, bei Ischl, wo der Steinsalzstock von ihm getragen und vom Cephalopodenkalkstein (oder oberen Muschelkalke) bedeckt wird, im Lavatschthale nördlich von Hall, und im Bernhardsthale, welches bei Elbingeralp in das Lechthal mündet. Auf der Südseite der Alpen kennt man ihn im Val Ampola in Judicarien, südlich von Trient, in der Brianza, im Ampezzothale und anderweit.

3. Oberer Muschelkalk. Dieser erscheint in den verschiedensten Gesteinsabänderungen, und enthält die grösste Menge und Manchfaltigkeit von Fossilien. In den südlichen Alpen gehören zu ihm die Schichten von St. Cassian, der Keuper Catullo's, die doleritischen Tuffe und Sandsteine so wie der von Fuchs sogenannte Krinoidenkalk von Agordo, und der opalisirende Muschelmarmor von Bleiberg. In den nördlichen Alpen findet er sich bei Hörnstein südwestlich von Wien, bei Neuberg, Spital am Pyhrn, in der Umgebung aller Salzstöcke, also bei Aussee, Hallstatt, Hallein, Berchtesgaden und Hall.

Unter den sehr zahlreichen organischen Ueberresten bilden besonders die Cephalopoden eine sehr auffallende Erscheinung; zumal in den nördlichen Alpen treten sie recht vorwaltend auf; in den südlichen Alpen aber, wo sie seltener und meist kleiner sind, findet sich statt ihrer ein erstaunlicher Reichthum an Gasteropoden, Acephalen, Brachiopoden, Echiniden, Krinoiden und Korallen. Als allgemein bezeichnend sowohl auf der nördlichen als südlichen Seite der Alpen sind vorzüglich folgende Formen zu nennen:

Dadocrinus gracilis Mey.	*Ammonites floridus Hauer*
Ammonites Aon Münst.	 *Johannis Austriae Klipst.*
. *Jarbas Münst.*	 *Gaytani Klipst.*

*) Nach Schafhäutl soll diese Muschel ein *Megalodus* sein. Neues Jahrb. für Min. 1851, 137. Dagegen vermuthen Morris und Lycett, dass sie dem neuen Genus *Pachyrisma* sehr nahe stehen dürfte, von welchem sie eine ähnliche grosse Species aus der Englischen Juraformation als *P. grande* eingeführt haben.

In den Nordalpen allein finden sich, jedoch an vielen Orten und sehr häufig

Monotis salinaria Bronn.	*Ammonites subumbilicatus Bronn.*
Orthoceras alveolare Quenst.	 *neojurensis Quenst.*
. *dubium Hauer*	 *Metternichii Hauer*
Ammonites tornatus Bronn,	

überhaupt aber sehr viele Cephalopoden, darunter auch Goniatiten, Ceratiten und Belemniten.

Dieses merkwürdige Zusammenvorkommen von Geschlechtern, welche sich ausserdem nur in weit auseinander stehenden Formationen vorfinden, die grosse Verschiedenheit des petrographischen Charakters und die Schwierigkeit einer sicheren Erkennung der Lagerungsverhältnisse vereitelten lange Zeit die richtige Formationsbestimmung dieser Bildungen. Gegenwärtig kann man jedoch diese Frage mit ziemlicher Sicherheit als erledigt betrachten. Denn überall liegen diese Bildungen auf dem unteren Muschelkalke, mit welchem sie namentlich im südlichen Tyrol so innig verbunden sind, dass sie kaum scharf von ihm getrennt werden können; auch enthalten sie wenigstens einige Fossilien, die im unteren Muschelkalke gleichfalls vorkommen, wie z. B. *Dadocrinus gracilis*.

„Man ist daher vollkommen berechtigt," sagt v. Hauer, „die in Rede stehenden Schichten als ein oberes Glied der Triasformation zu betrachten, welches man entweder oberen Muschelkalk oder auch Keuper nennen kann. Wenn ich den ersteren Namen vorziehe, so geschieht es hauptsächlich, weil in den Nordalpen auch der eigentliche Keuper mit seinen bezeichnenden Pflanzen vorkommt. Uebrigens ist es nicht unmöglich, dass dieser obere Muschelkalk nur eine abweichende Facies des Keupers vorstellt, und dass die Seethiere, welche man im ersteren findet, gleichzeitig mit den Pflanzen gelebt haben, welche den letzteren charakterisiren." In den doleritischen Sandsteinen von Agordo ist auch wirklich *Equisetites columnaris* zugleich mit *Ammonites Aon* vorgekommen.

4. Keuper, oder unterer Lias (?).

Am Nordrande des sogenannten Alpenkalkes kommen über einem von denjenigen fossilfreien Sandsteinen, welche Wienersandstein genannt werden, Steinkohlenlager vor, deren begleitende Gesteine durch viele Pflanzenreste ausgezeichnet sind, von denen

Equisetites columnaris Sternb.
Taeniopteris vittata Brong.
Pecopteris Stuttgardiensis Brong.
Alethopteris dentata Göpp. und
Pterophyllum longifolium Brong.

als die wichtigsten hervortreten. Diese Pflanzen erinnern allerdings ganz besonders an den Keuper (S. 781), zum Theil auch an den Lias, weshalb die betreffenden Schichten bald jener, bald dieser Formation zugerechnet worden sind. Der östlichste Punkt ihres Vorkommens ist Sievring bei Wien; dann folgen Altenmarkt und Kaumberg, Kirchberg an der Bielach, Mariazell, Grossau, Gaming, Waidhofen, Hollenstein, Lindau und noch andere Orte. Auch bei Weissenbach im Lechthale tauchen diese Schichten abermals auf,

und die Keuperbildung bei Neue-Welt unweit Basel zeigt grosse Aehnlichkeit mit ihnen.

Bei dem grossen Interesse, welches die Alpinische Trias in Anspruch nimmt, haben wir es für zweckmässig erachtet, die wichtigsten Leitfossilien dieser merkwürdigen und bedeutenden Formation auf den beiden Tafeln XXV und XXVI unsers Atlas abbilden zu lassen, wobei grösstentheils die schönen Originalbilder benutzt worden sind, welche v. Hauer und v. Klipstein mitgetheilt haben.

Für den Buntsandstein und unteren Muschelkalk der Alpen sind nach v. Hauer und Wissmann, ausser den oben genannten, auch im teutschen Muschelkalke vorkommenden Species, besonders noch folgende Fossilien charakteristisch:

Halobia Lommelii Wissm. XXV, 1.
Posidonomya Clarai Emmr. XXV, 2, sehr verbreitet.
. *Wengensis Wissm.* XXV, 3.
Avicula Venetiana Hauer, XXV, 4.
. *Zeuschneri Wissm.* XXV, 5.
Myacites Fassaensis Wissm. XXV, 6.
Unionites Münsteri Wissm. XXV, 7.
Turbo rectecostatus Hauer. XXV, 8.
Naticella costata Münst. XXV, 9.
Ceratites Cassianus Quenst. XXV, 10.

Unter den zahlreichen Fossilien der vielfach besprochenen Schichten von St. Cassian und anderer ähnlicher Fundorte, in welchen schon Münster und Wissmann über 400 Species nachgewiesen hatten, zu denen später v. Klipstein noch mehr als 300 neue fügte, sind es doch verhältnissmässig nur wenige Species, die in grosser Anzahl der Individuen auftreten. Nach v. Klipstein kommt der grösste Theil aller bekannten Species höchst selten vor; unter den Cephalopoden sind Goniatiten und Ammoniten am häufigsten; ausserdem aber erscheinen äusserst vorwaltend und fast bis zum Verdrängen aller übrigen Formen die folgenden Species, denen wir noch ein paar häufige Cephalopoden hinzugefügt haben.

Cnemidium variabile Münst. XXV, 11.
. *astroites Münst.* XXV, 12.
Montlivaltia capitata Münst. XXV, 13.
Pentacrinus laevigatus Münst. XXV, 14, *a*, *b*, *c* und *f* Säulenstücke, *d*, *e* und *g* Gelenkflächen vergrössert.
Encrinus varians Münst. XXV, 15, Gelenkflächen von Stielgliedern.
Cidaris dorsata Bronn, XXV 16, Stacheln von verschiedener Form.
. . . . *alata Ag.* XXV, 17, desgleichen.
Terebratula sufflata Goldf. XXV, 18.
Productus Leonhardi Münst. XXV, 19, = *Prod. alpinus.*
Nucula lineata Goldf. XXV, 20.
. . . . *strigilata Goldf.* XXV, 21.
Cardita crenata Goldf. XXV, 22.
Pleurotomaria radians Wissm. XXV, 23.

Goniatites Eryx Münst. *XXV*, 24.
. *nautilinus* Münst. *XXV*, 25.
Ammonites Aon Münst. *XXV*, 26; ist äusserst wechselnd in seinen Formen nach Alter und Vorkommen.

In denen die Steinsalz-Ablagerungen begleitenden dichten Kalksteinen endlich werden von v. Hauer die nachfolgenden, auf Tafel XXVI dargestellten Species als ganz vorzüglich charakteristische Formen bezeichnet.

Monotis salinaria Bronn, *XXVI*, 1; die concentrischen Streifen sind etwas zu stark, dagegen die zwischen den stärkeren Rippen liegenden schmäleren Rippen zu wenig ausgedrückt; findet sich gesellig, aber meist mehr oder weniger verdrückt und verbogen.
Orthoceras dubium Hauer, *XXVI*, 2; oben halb durchschnitten, um die Kammerwände und den centralen Sipho zu zeigen; unten vollständig, um die Ringe der äusseren, und die horizontale Streifung der inneren Schale zu zeigen.
. *alveolare* Quenst. *XXVI*, 3; vorn angeschliffen, um den marginalen Sipho zu zeigen.
Ammonites Metternichii Hauer, *XXVI*, 4; wird bis 25 Zoll gross, und zeigt äusserst complicirte und vielfache Suturen.
. *Gaytani* Klipst. *XXVI*, 5, halb verkleinert.
. *Johannis Austriae* Klipst. *XXVI*, 6, halb verkleinert.
. *floridus* Wulfen *XXVI*, 7; wird bis 6 Zoll gross; *a* und *b* sind die vergrösserten Bilder ganz junger, bis 3 Linien grosser Exemplare mit gerundetem Rücken und vertiefter Furche.
. *neojurensis* Quenst. *XXVI*, 8, sehr verkleinert, da er bis 25 Zoll im Durchmesser erreicht.
. *Jarbas* Münst. *XXVI*, 9; bei *a* die Sutur vergrössert.
. *subumbilicatus* Bronn, *XXVI*, 10, etwas verkleinert.
. *tornatus* Bronn, *XXVI*, 11; wird viermal grösser.
Ceratites modestus Buch, *XXVI*, 12; wird noch einmal so gross.

Zwölfter Abschnitt.

Jurassische Formationsgruppe.

§. 402. *Einleitung.*

Eine ganz neue Welt begrüsst uns in jener mächtigen und vielfältig zusammengesetzten Formationsgruppe, welche, unmittelbar auf die Trias folgend, eine ungleich grössere Ausdehnung erlangt hat, und sich schon deshalb als eines der wichtigsten Glieder in der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste beurkundet. Aber eine noch höhere Bedeutung

gewinnt sie durch den erstaunlichen Reichthum an organischen Ueberresten, von welchen bereits über 4000 Species bekannt sind, deren Individuen oft millionenweise in ihren Schichten niedergelegt wurden.

Man pflegt sie gegenwärtig die jurassische Formationsgruppe zu nennen, weil sie im Jura ganz vorzüglich entwickelt ist; aus demselben Grunde vereinigt Alcide d'Orbigny ihre Glieder unter dem Namen *terrains jurassiques*, während Bronn sie unter dem Namen des Oolithen-Gebirges aufführt, weil oolithische Kalksteine und Eisenerze in ihr weit häufiger als in anderen Formationen angetroffen werden.

Wenn wir versuchen, die zahlreichen Glieder dieser Gruppe zu einzelnen Formationen zusammenzufassen, so gelangen wir, unter besonderer Berücksichtigung ihrer in Teutschland vorliegenden Entwickelung, auf eine Eintheilung in drei oder vier Formationen, nämlich die Liasformation, die Juraformation im engeren Sinne des Wortes, mit den beiden Abtheilungen des braunen und des weissen Jura, und die Wealdenformation. In Teutschland wird die Liasformation auch häufig als schwarzer Jura aufgeführt; indessen scheint es zweckmässiger, den Namen Lias beizubehalten, welcher keine Beziehung auf eine bestimmte Färbung ihrer Gesteine ausdrückt, so wie es auch wünschenswerth wäre, für den braunen und den weissen Jura über ähnliche petrographisch bedeutungslose Namen verfügen zu können*).

Vielleicht könnte man den braunen Jura die Doggerformation nennen, da eines seiner Glieder aus Yorkshire unter dem Namen Dogger aufgeführt wird, dessen sich auch schon A. Römer und Walchner in ähnlichem Sinne bedient haben. Dann bliebe für den weissen Jura der Name Juraformation übrig, welcher allerdings gerade für ihn recht bezeichnend erscheint, weil die bedeutendsten und imposantesten Massen des Schweizer, Schwäbischen und Fränkischen Jura gerade von ihm gebildet werden.

Erstes Kapitel.

Liasformation.

§. 403. *Gesteine der Liasformation.*

Der Name Lias ist eigentlich ein provincieller Ausdruck, dessen sich die Steinbrecher in Somersetshire zur Bezeichnung der thonigen

*) Leopold v. Buch's Verdienste um die Kenntniss der Juraformation überhaupt und des teutschen Jura insbesondere sind so gross, dass ihre Anerkennung gewiss nicht in einer Verallgemeinerung der von ihm, doch nur für den schwäbischen und fränkischen Jura vorgeschlagenen Namen: schwarzer, brauner und weisser Jura gesucht werden kann.

Kalksteine dieser Formation bedienen*); die englischen Geologen haben ihn jedoch in weiterer Bedeutung auf die ganze Formation angewendet, wozu er auch, seiner petrographischen Bedeutungslosigkeit wegen, ganz besonders geeignet ist. Die von Alcide d'Orbigny unter den Namen *étage sinémurien, liasien* und *toarcien* aufgeführten drei Etagen sind es, welche die Liasformation wesentlich constituiren.

Die Gesteine dieser Formation lassen gewöhnlich keine sehr grosse Manchfaltigkeit erkennen, indem Kalksteine, Mergelschiefer und Schieferthone, sowie Sandsteine als die bei weitem vorwaltenden Materialien auftreten. Ausser ihnen erscheinen noch am häufigsten Brandschiefer, Dolomit und oolithisches Eisenerz, selten Gyps und Steinsalz, während Sphärosiderit, Thoneisenstein und Steinkohle wenn auch nicht gerade als seltene, so doch nur als untergeordnete Materialien zu erwähnen sind.

1. Sandsteine.

In vielen Gegenden beginnt die Liasformation mit Sandsteinen, welche in mancherlei Varietäten auftreten, und gewöhnlich als Unterliassandstein bezeichnet werden; bisweilen kommen auch höher aufwärts oder selbst am Ende der Formation Sandsteine vor. Als einige der wichtigsten Varietäten dürften besonders folgende hervorzuheben sein.

a. Arkos. Grobkörnige, feldspathreiche Sandsteine, also ächte Arkose in der petrographischen Bedeutung des Wortes (I, 702), haben oftmals die Liasbildung eröffnet; besonders häufig dort, wo die Formation unmittelbar auf Granit oder Gneiss liegt, deren zu Grus aufgelockerte Oberfläche das Material zu diesen feldspathreichen Sandsteinen lieferte, aus welchen sich oft abwärts Uebergänge bis in den reinen Granitgrus verfolgen lassen.

Merkwürdig ist die in der Bourgogne und in einigen anderen Gegenden Frankreichs vorkommende höchst innige Verknüpfung des Arkos mit eigenthümlichen Erzgangbildungen, indem die aus der Tiefe durch den Granit heraufsteigenden, vorwaltend aus Quarz, Hornstein

*) *De-la-Beche, Report on the geol. of Cornwall* etc. *p.* 41. Bakewell vermuthet, dass das Wort nur durch eine provincielle Aussprache des Wortes *layers* entstanden sei, weil die erwähnten Kalksteine oft in sehr regelmässig ausgedehnten plattenförmigen Lagen erscheinen. In Teutschland sind sie, wegen ihres häufigen Gehaltes an Gryphäen, oft Gryphitenkalk genannt worden. Der Name Lias ist übrigens Leias auszusprechen, und keineswegs „unpassend und verwerflich," wie einmal gesagt worden ist. Verzeichniss der in der Kreis-Naturaliensammlung zu Baireuth befindl. Petrefacten, S. VI.

und Chalcedon, mit Baryt, Flussspath und Bleiglanz bestehenden Gänge sich in den Schichten des Arkos nach allen Richtungen verzweigen, und mit ihren Materialien dermaassen zwischen die Sandsteine eindrängen und verflössen, dass ihnen ein wesentlicher Antheil an der Arkosbildung zugestanden werden muss.

Der Chalcedon und der Hornstein bilden das Cäment des Sandsteins, welches oft sehr vorwaltend, ja bisweilen in fast selbständigen Schichten abgesetzt ist, während der Baryt, der Flussspath und der Bleiglanz theils derb und eingesprengt, theils in Nestern und Trümern auftreten. Besonders die Gegend von Charolles, Autun, Semur, Avallon und Auxerre sind höchst lehrreich für das Vorkommen dieser durch Erzgänge metamorphosirten Arkose. Nach Dufrénoy wiederholen sich ganz dieselben Erscheinungen im westlichen Centralfrankreich, von la Châtre bis jenseits Brives, wo auch bei Nontron und an anderen Orten Nontronit und Halloysit, Manganerze und Glanzeisenerz im Arkos vorkommen*). Man vergleiche über diese, für die Theorie der Erzgänge äusserst wichtigen Erscheinungen die interessanten Schilderungen von Bonnard, in *Ann. des mines*, 2. *série*, *IV*, *p*. 357 ff., von Delanoue, im *Bull. de la soc. géol. VIII*, *p*. 101 ff., von Moreau, *ibidem X*, *p*. 249, von Rozet, in *Mém. de la soc. géol. IV*, *p*. 106 ff. und von v. Beust, in Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie. Dass hier nur hydrochemische Wirkungen im Spiele waren, und dass diese Gänge, wie Rozet und Longuemar annehmen, nur durch Mineralquellen gebildet worden sein können, darüber kann wohl kein Zweifel obwalten. Die Conchylien der über dem Arkos folgenden Kalksteinschichten erscheinen oft durch Chalcedon, bisweilen auch durch Baryt petrificirt.

b. Quarzsandstein. Im Grossherzogthum Luxemburg erscheint an der Basis der Liasformation ein weisser oder hellgelber, fast nur aus Quarzkörnern bestehender Sandstein, welcher bisweilen als loser Sand, bisweilen als Conglomerat, im Allgemeinen aber dem Sächsischen und Böhmischen Quadersandsteine so ähnlich ist, dass er anfänglich unter dem Namen Quadersandstein aufgeführt wurde. Er enthält jedoch sandige Kalksteinlager mit liasischen Fossilien, wird auch von ähnlichen Kalksteinschichten unterteuft, und gehört daher jedenfalls zur Liasformation.

Diess wurde im Jahre 1828 von Steininger, und bald darauf auch von Elie de Beaumont bewiesen. Dumont erkannte 1841 die Identität des sandigen Kalksteins von Orval mit dem Luxemburger Sandsteine, und bewies, dass beide von Liaskalkstein getragen werden, was später von Omalius d'Halloy bestätigt wurde, obwohl sich bei Luxemburg selbst dieser untere Kalkstein nur auf eine schwache Schicht von grauem Mergel reducirt. *Bull. de la soc. géol.*

*) In den Vogesen kommen mehrorts ganz ähnliche Verhältnisse nahe der Auflagerung des Vogesensandsteins auf dem Granite vor, wo der höchst krystallinische und an Feldspathkrystallen reiche Sandstein von vielen Gängen durchsetzt wird, welche Quarz, Glanzeisenerz, Baryt und Flussspath führen. *Delesse*, *Notice sur les caractères de l'Arkose dans les Vosges.*

2. *série*, *II*, 91. Doch darf dieser untere Liassandstein Luxemburgs nicht mit dem dortigen oberen Liassandstein verwechselt werden, welcher ebenfalls eine grosse Mächtigkeit erlangt; wie denn überhaupt nach v. Bennigsen-Förder in dem Busen zwischen dem Hunsrück und den Ardennen fast die ganze Liasformation in Sandsteinen aufgeht. Ueber die Structur dieses oberen Luxemburger Sandsteins und Sandes gab Derselbe interessante Mittheilungen; mitten im losen Sande treten, gleichsam bruchstückweise, einzelne Partieen von Sandsteinschichten auf, die plötzlich abbrechen, um weiterhin abermals zu erscheinen, so dass es das Ansehen gewinnt, als ob im Sande grosse Bruchstücke und Schollen von Sandstein in paralleler Lage suspendirt wären. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, S. 43.

Andere, sehr feinkörnige, licht gelblichgraue, glimmerreiche Sandsteine von ausgezeichneter, oft dünnplattenförmiger Schichtung bilden das tiefste Schichtensystem der Liasformation im nordwestlichen Teutschland, bei Helmstädt und Hildesheim; da ihre mittleren Schichten mächtig und quaderartig zerklüftet sind, so wurden sie gleichfalls bisweilen Quadersandstein genannt. In denselben Gegenden treten auch höher aufwärts abermals hellgelbe oder graue, feinkörnige Sandsteine auf, welche bauwürdige Bänke von oolithischem Eisenerz umschliessen, wie diess auch mit dem oberen Sandsteine von Luxemburg der Fall ist.

Bei Amberg, Baireuth, Coburg, Eisenach, Gotha u. a. O. sind gleichfalls Sandsteine als die tiefsten Schichten der Liasformation bekannt. Bei Gotha und Eisenach ist es vorwaltend ein gelblichweisser, feinkörniger, fester Quarzsandstein, der nach oben etwas grünlichgrauen Mergelsandstein trägt, und bis 60 Fuss Mächtigkeit erlangt. Credner, Neues Jahrb. für Min. 1839, S. 398 und 1842, S. 9 ff.

c. Kalkiger Sandstein. Auch in Schwaben zeigen die untersten Schichten der Liasformation oftmals eine sandsteinähnliche Beschaffenheit; doch sind es sehr kalkige, gelbe, weiche und stark zerklüftete Sandsteine, welche zum Theil erst aus einer Verwitterung sandiger, blaulichgrauer Kalksteine hervorgegangen zu sein scheinen, und, nach Maassgabe der Menge von Sand- und von Kalktheilen, ausserordentlich variiren. Auf ihren Schichtungsflächen sind sie oft mit Netzen von vielfach verzweigten, grashalmdicken, cylindrischen Concretionen bedeckt, welche für Fucoiden gehalten worden sind.

Aehnliche kalkige Sandsteine, die oft in sandigen Kalkstein übergehen, kommen auch in anderen Gegenden, wie z. B. bei Amberg, Mezières, Orval in der unteren Abtheilung der Liasformation vor.

2. Schieferthon und Thon.

Graue, braune oder schwarze, mergelige, mehr oder weniger bituminöse Thone und Schieferthone spielen in der Liasformation eine sehr

wichtige Rolle, und erlangen zumal in den oberen Etagen derselben oft eine grosse Selbständigkeit. Bisweilen ähneln die Schieferthone sehr feinen pelitischen Thonschiefern; doch zerfallen sie gewöhnlich an der Luft in lauter kleine, eckige Brocken, welche sich endlich zu einem zähen Letten oder Thone auflösen. Häufig beherbergen sie Nieren von thonigem Sphärosiderit oder Thoneisenstein, und Eisenkies in mancherlei Formen.

3. Bituminöse Mergelschiefer und Brandschiefer.

Aus den Schieferthonen entwickeln sich dunkelgraue bis schwarze, kalkreiche und bituminöse, mehr oder weniger dünnschieferige Mergelschiefer, welche oft etwas zäh und im Striche glänzend sind, bei der Verwitterung sich bleichen und aufblättern, so dass sie in grosse Tafeln und dünne Blätter gespalten und gerissen werden können. Sie enthalten viele organische Ueberreste, unter denen sich besonders zahlreiche Abdrücke von kleinen Posidonomyen auszeichnen, weshalb diese Schichten oft unter dem Namen Posidonienschiefer aufgeführt werden.

Diese Schiefer gehören besonders der oberen Etage der Formation an, und umschliessen häufig linsenförmige Nieren (nach Rengger bisweilen polygonale Platten) eines thonigen, sehr dichten Kalksteins, welcher oft einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefert, oder auch Nieren von thonigem Sphärosiderit, und Knollen oder Kugeln von Eisenkies, der auch häufig eingesprengt oder als Versteinerungs-Material vorkommt. Die Kalkstein- und Sphärosiderit-Nieren sind sehr gewöhnlich als Septarien (I, 454) ausgebildet, und enthalten dann im Innern Kalkspath und mancherlei andere Mineralien.

Wenn der Bitumengehalt dieser Gesteine mehr überhand nimmt, so gehen sie endlich in förmliche Brandschiefer über, welche bei reichlichem Eisenkiesgehalte als Alaunschiefer, ausserdem aber auf Oel und Asphalt, ja zum Theil als Brennmaterial benutzt werden können.

Dahin gehören z. B. die Alaunschiefer von Whitby in Yorkshire, die sehr bituminosen und brennbaren Schiefer von Ubstatt, zwischen Heidelberg und Carlsruhe (Bronn, Gäa Heidelbergensis, S. 157), die Brandschiefer von Seefeld in Tyrol, deren Fortsetzung nach Schafhäutl bei Walgau in Baiern vorliegt, und welche an beiden Orten zur Gewinnung von Steinöl und Asphalt benutzt werden. Geogn. Unters. des Südbaierischen Alpengebirges, S. 25. Bekannt sind auch die in Würtemberg bei Boll, Ohmden und Holzmaden vorkommenden Brandschiefer, welche nicht nur in regelmässige Platten spaltbar, sondern auch so zäh sind, dass sie sich wie Breter sägen, behauen und hobeln lassen; nach Quenstedt sollen sich diese, an Bitumen und thierischem Oele sehr reichen Schiefer bis in die Maingegenden fortziehen. Solche Brandschiefer der Liasformation sind sogar bisweilen durch Selbstentzündung in Brand gerathen, wie bei Boll, Lyme-Regis und vielleicht auch bei Hildesheim, obwohl sie hier nach F. Römer weit weniger bituminös sind, als bei Boll. Neues Jahrbuch für Min. 1843, S. 333.

4. Kalksteine.

Bei weitem vorwaltend sind dunkel blaulichgraue und rauchgraue bis schwärzlichgraue und blaulichschwarze, mehr oder weniger thonige (daher zu hydraulischem Mörtel brauchbare), oft sehr bituminose und dann beim Anschlagen stinkende, feinkörnige bis dichte, zähe und schwer zersprengbare Kalksteine von mattem, muscheligem bis unebenem und splitterigem Bruche. Die angegebenen Farben erscheinen jedoch nur im frischen Bruche; denn an der Oberfläche und von allen Klüften herein ist das Gestein gelb und gelblichbraun verfärbt, und selbst mit gelbem oder braunem Thone überzogen. Andere Kalksteine sind lichtgrau, schwärzlichblau gefleckt, sehr homogen und spröde.

Diese Liaskalksteine sind oft ausserordentlich reich an Versteinerungen; manche Schichten bestehen fast nur aus einem Aggregate von *Gryphaea arcuata* (Gryphitenkalk oder Arcuatenkalk), andere aus Ammoniten (zumal *Ammonites Bucklandi*, *A. costatus*, *A. jurensis*), noch andere aus *Avicula* oder *Monotis substriata* (Monotiskalk), oder auch aus Belemniten. Dergleichen sehr muschelreiche Kalksteine werden von den französischen Geologen oft unter dem Namen Lumachell aufgeführt; Rengger möchte sie Versteinerungs-Conglomerate nennen.

Der Liaskalkstein bildet meist dünne, einige Zoll bis einen Fuss starke, bisweilen aber auch mächtigere Schichten, welche durch Zwischenlagen von Mergelschiefer, Schieferthon oder Mergelthon von einander abgesondert werden, weshalb die Fels- und Steinbruchswände ein eigenthümliches gebändertes Ansehen erhalten. Obwohl die Schichtungsflächen meist uneben und wulstig sind, so liefern doch die schmäleren Schichten oft grosse Platten, welche z. B. bei Kenton-Mandeville 10 bis 30 Fuss lang, und 12 bis 15 Fuss breit gebrochen werden. Oft sind aber diese Schichten vielfach zerklüftet, was bisweilen so weit geht, dass sie gar nicht mehr stetig ausgedehnt, sondern in lauter Blöcke und Klötze zerstückelt erscheinen, welche durch Mergelthon verbunden sind. Hier und da ist sogar eine prismatische Absonderung beobachtet worden, wie z. B. nach Horner in Somersetshire, wo sie fast an die Absonderung der Basalte von Antrim erinnert, und nach Quenstedt in Würtemberg, wo der Mergelkalkstein der mittleren Etage zu äusserst regelmässigen Polygonen abgesondert ist, die wie ein künstliches Pflaster hervortreten, und für wirkliche Krystallsäulen gehalten worden sind.

Trümer und Adern von weissem Kalkspath durchschwärmen oftmals den dunkelfarbigen Kalkstein, und bilden zuweilen förmliche Netzwerke, ohne jedoch in die schieferigen Zwischenlagen einzudringen; auch Lagen von Faserkalk sind hier und da beobachtet worden. Hornstein bildet zuweilen

Nester, Nieren oder Lagen, auch Stücke von versteinertem Holze, welches letztere auch oft durch kohlensauren Kalk petrificirt ist. Eisenkies kommt häufig eingesprengt oder in Schnüren, Adern und Concretionen vor, während bisweilen auf ähnliche Weise, oder auch innerhalb der Kalkstein-Nieren und in den Kammern der Ammoniten Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Galmei, Baryt und Cölestin gefunden werden, Fragmente von Pechkohle aber nicht selten zu beobachten sind.

Als einige seltenere oder doch untergeordnete Varietäten von Kalkstein sind noch weisse Kalksteine, oolithische Kalksteine und Tutenkalk zu erwähnen.

So kommen nach Buckland, Conybeare und Phillips in der Gegend von Bristol unter dem grauen Kalksteine weisse Kalksteine vor, welche politurfähig und bei Bitton und Corston sogar zur Lithographie geeignet sind; ebenso führt Lonsdale die untersten, gelblichweissen und thonigen Kalksteine aus der Gegend von Bath als *white lias* auf. *Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *III*, *p*. 241. Nach Caumont kennt man auch bei Valognes und Osmanville in der Normandie gelbliche und weisse Kalksteine in der unteren Abtheilung der Formation, und Alcide d'Orbigny erwähnt von Thouars (Deux-Sèvres) eine mächtige Schicht sehr weissen thonigen Kalksteins mit Hornstein und *Belemnites tripartitus*. *Cours élém. de Pal. II*, 469. — Bei Orval in Luxemburg wird der gelbliche Kalkstein bisweilen oolithisch, was übrigens im Gebiete der Liasformation zu den grossen Seltenheiten gehören dürfte. — Häufig, obwohl immer nur in dünnen, ein paar Zoll starken Schichten erscheint Tutenkalk (oder Nagelkalk); so z. B. bei Degerloch, Tübingen, Wasseralfingen und Kemnat in Würtemberg, im Innerstethale zwischen Astenbeck und Klein-Förste, bei Görarp in Schonen und anderwärts. Jedenfalls kommt der Tutenkalk am häufigsten in der Liasformation vor.

5. Dolomit.

Weit seltener, als im Gebiete des Muschelkalkes oder des Jurakalkes treten auch in der Liasformation Dolomite auf; man kennt dergleichen z. B. im südwestlichen Frankreich bei Figeac (Lot), Villefranche (Haute-Garonne), so wie im südlichen Frankreich bei Alais (Gard) und in den Alpen.

Bei Figeac, Villefranche, Terrasson, Milhau ist der, gewöhnlich unmittelbar über der Steinkohlenformation vorkommende Dolomit hellgrau, dicht und splitterig im Bruche, aber carios und selbst cavernos; er hält bis 47 p. C. kohlensaure Magnesia, und in seinen tiefsten Schichten Trümer und Nester von Galmei und Bleiglanz mit Zinkblende. Dufrénoy in *Mém. pour servir etc. I*, *p*. 238. Im Dép. du Gard soll der Dolomit eine fast 100 Meter mächtige Etage an der Basis der Formation bilden, weshalb er von Emilien Dumas als *Dolomie infra-liasique* aufgeführt und dem *white lias* der Engländer verglichen wird. Er ist meist dunkelgrau, jedoch bei le Vigan gelblichweiss, dicht, fest, deutlich und regelmässig geschichtet, wechsellagert nach oben mit Gryphitenkalk, ist jedoch selbst ganz fossilfrei; in ihm finden sich die bekannten Höhlen von Anduze, Alais und anderen Orten.

6. Gyps und Anhydrit.

Wie der Dolomit, so ist auch der Gyps bis jetzt nur als eine seltenere Erscheinung zu betrachten, weshalb denn auch Dufrénoy das Vorkommen von Gypsstöcken im Lias des südwestlichen Frankreich als eine interessante Thatsache hervorhob. Auch im Auxois und in den Cevennen sind nicht unbedeutende Vorkommnisse von Gyps bekannt. Der Anhydrit aber findet sich als Begleiter des Steinsalzes bei Bex im Canton Waadt, wo auch sehr mächtige Gypsmassen und ein Schwefellager im Liaskalkstein auftreten.

Der Gyps scheint nach Dufrénoy innerhalb der Liasformation des südwestlichen Frankreich in verschiedenen Niveaus vorzukommen; er bildet Stöcke, welche von stark gewundenen Schichten bunter Mergel umhüllt werden, ist theils körnig, und reich an rothen Quarzkrystallen, theils faserig. Im Auxois enthalten die unteren Liasmergel Nester und kleine Lager von Gyps. — Ueber den mächtigen, mit Steinsalz reichlich gemengten Anhydrit, welcher bei Bex in der Liasformation auftritt, gab zuerst Charpentier Nachricht in Poggendorffs Annalen, Bd. III, 1825, S. 75. Die anderweit in den piemontesischen und französischen Alpen bekannten Vorkommnisse von Gyps übergehen wir, da die Formationsbestimmung der sie einschliessenden Gesteine doch noch etwas zweifelhaft ist.

7. Steinsalz.

Bis jetzt ist wohl Bex im Canton Waadt der einzige Punkt, wo die Liasformation mit Sicherheit als eine salzführende Formation erkannt worden ist; das Steinsalz tritt dort im Anhydrite unter so merkwürdigen Verhältnissen auf, dass man sein Vorkommen fast ein gangartiges nennen möchte.

Denken Sie sich, sagte Charpentier in einem Schreiben an Leopold v. Buch, eine im Anhydrite, den ziemlich senkrechten Schichten parallel entstandene Spalte von 30 bis 40 Fuss Mächtigkeit, und dieselbe wieder von Bruchstücken von Anhydrit, dichtem Kieselkalk und vielem Anhydrit-Sand und Staub ausgefüllt, und alles Dieses durch Steinsalz zu einer festen, mit Pulver zu sprengenden Masse zusammengekittet, so haben Sie eine ganz richtige Idee vom Zustande dieser Salzsteinschicht, oder richtiger dieses Salzsteinganges, und höchst wahrscheinlich auch von seiner Entstehung. Er enthält übrigens durchaus keine Drusen oder leeren Räume, und das Salz ist oft von einer, mir bis jetzt nirgends vorgekommenen Reinheit und Durchsichtigkeit. Poggend. Ann. Bd. III, S. 77. Das Steinsalz bildet den vierten bis dritten Theil des Salzsteins, dessen Lagerstätte bereits auf bedeutende Länge aufgeschlossen ist.

8. Steinkohlen.

Ausser den Nestern und Brocken von Pechkohle, welche nicht so gar selten im Liaskalksteine enthalten sind, kommen auch bisweilen förm-

liche Flötze von Steinkohle vor, welche zwar gewöhnlich keine sehr grosse Mächtigkeit erlangen, dennoch aber bisweilen einen Gegenstand des Bergbaues geliefert haben.

Der Liassandstein der Gegend von Helmstädt im Herzogthume Braunschweig, von Hildesheim im Königreiche Hannover und von anderen Punkten hält viele Kohlenflötze; bei Larzac im südlichen Frankreich liegen ziemlich mächtige Kohlenflötze im Belemnitenkalke, auf der Insel Bornholm im Liassandsteine, und Unger hält es für wahrscheinlich, dass die in den nordöstlichen Alpen von Oesterreich bekannten Flötze der Liasformation angehören.

9. Erze.

Unter den metallischen Mineralien der Liasformation erlangen fast nur die Eisenerze einige Bedeutung, indem die übrigen, bei den Kalksteinen und Dolomiten gelegentlich erwähnten Erze immer in kleinen Partieen zerstreut vorkommen. Die Eisenerze finden sich besonders als oolithisches Eisenerz, als Sphärosiderit und als Thoneisenstein. Das oolithische Eisenerz bildet gewöhnlich regelmässige und stetige Flötze, welche theils in den Sandsteinen, theils in den Schieferthonen der Formation auftreten; doch sind sie im Lias weit seltener als in dem darauf folgenden braunen Jura. Der Sphärosiderit erscheint besonders in Nieren und Septarien, welche oft von bedeutender Grösse und in grosser Anzahl, lagenweise geordnet, im Schieferthone und Mergelschiefer der oberen Etage vorkommen. Auf ähnliche Weise findet sich auch der braune Thoneisenstein, der häufig aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgegangen ist.

Klipstein fand bei Weissenburg in Baiern Nieren von Sphärosiderit zugleich mit solchen von Thoneisenstein, und erkannte die letzteren als Zersetzungsproducte der ersteren. Bei Amberg kennt man ein unregelmässiges, meist kaum 6 Zoll, zuweilen aber bis 4 Fuss mächtiges Lager von dunkelrothem Thoneisenstein, welches möglicherweise noch zur Keuperformation gehört; v. Voith im Neuen Jahrb. für Min. 1836, S. 520. Bei La Voulte im südwestlichen Frankreich umschliesst der Liaskalkstein ein 5 bis 6 Meter mächtiges Lager von dichtem und erdigem Rotheisenerz; *Dufrénoy*, *Mém. pour servir etc. I, p.* 238. Sehr reiche Lager von oolithischem Eisenerz kommen z. B. im Liassandstein der Gegend von Helmstädt, bei Sommerschenburg und Rottorf vor; ja bei Calefeld und Echte soll dieser Sandstein fast nur auf dergleichen Eisenerz beschränkt sein. Hoffmann, Uebers. der orogr. und geogn. Verh. vom NW. Deutschland, S. 447.

§. 404. *Gliederung der Liasformation.*

In den meisten Gegenden kann man für die Liasformation eine recht naturgemässe Eintheilung in drei Etagen geltend machen, welche sowohl

durch petrographische, als auch durch paläontologische Eigenschaften charakterisirt sind, obgleich ihre petrographische Beschaffenheit in verschiedenen Gegenden so abweichend sein kann, dass sich nach ihr allein keine ganz allgemeine Charakteristik entwerfen lässt. Auch zeigen sie eine verschiedene und sehr schwankende Mächtigkeit; dieselbe Etage, welche hier mehre hundert Fuss mächtig ist, kann anderwärts zu so unbedeutenden Dimensionen herabsinken, dass sich ihre Selbständigkeit nur noch in den eigenthümlichen organischen Ueberresten zu erkennen giebt.

Für sehr viele Territorien stellt sich die Gliederung der Liasformation in der Weise heraus, dass die unterste Etage entweder von Sandsteinen oder von thonigen Gesteinen, die mittlere von Kalksteinen, und die oberste Etage von Mergelschiefern und Schieferthonen gebildet wird. In manchen Territorien ist die Reihenfolge der Gesteine eine andere, obgleich sich in der Hauptsache immer noch drei Etagen unterscheiden lassen, welche ihre besonderen organischen Ueberreste umschliessen, während ihnen einige Formen gemeinschaftlich zukommen. Diese drei Etagen entsprechen im Allgemeinen recht wohl denen von Alcide d'Orbigny, lediglich nach den Fossilien bestimmten und unter den Namen Sinémurien, Liasien und Toarcien eingeführten Abtheilungen.

Bei dieser Verschiedenheit der Ausbildung dürfte es wohl zweckmässig sein, die Schilderung eines von den am genauesten erforschten Territorien vorausgehen, und dann eine vergleichende Betrachtung anderer Territorien folgen zu lassen.

A. Liasformation in Würtemberg.

Ueber das Schwäbische Territorium der Liasformation hat uns Quenstedt in seinem vortrefflichen Werke, das Flötzgebirge Würtembergs, so vollständige Aufschlüsse gegeben, wie sie kaum aus irgend einem anderen Gebiete der Formation vorliegen dürften. Auch dort lassen sich drei Haupt-Etagen unterscheiden, welche Quenstedt als unteren, mittleren und oberen schwarzen Jura aufführt, und deren jede er noch in zwei Unterabtheilungen sondert*).

1. Unterer Lias. (*Etage sinémurien d'Orb.*)

α. Sand- und Thonkalke. Zunächst über dem Keuper liegen meist einige Bänke dunkelfarbigen Kalksteins voll *Lima gigantea* und

*) Indem wir die folgende Darstellung wesentlich von Quenstedt entlehnen, schliessen wir uns doch der Ansicht von Bronn, d'Orbigny u. A. an, die unterste, durch *Trigonia navis* und *Ammonites opalinus* ausgezeichnete Abtheilung des braunen Jura mit der Liasformation zu verbinden.

Cardinia Listeri; auf sie folgen dunkle Thone mit Tutenmergel, und dann in grösserer Mächtigkeit graulichblaue, harte sandige Kalksteine, welche reich an *Cardinia concinna* sind, und nicht selten in gelblichen, kalkigen Sandstein übergehen, daher sie gewissermaassen die unteren Liassandsteine anderer Gegenden repräsentiren. Bedeckt werden sie von sehr dunkelgrauen thonigen Kalksteinen, welche stellenweise viele Körner von oolithischem Eisenerz, überall aber ganze Schaaren von *Gryphaea arcuata* und von scharfgerippten Ammoniten aus der Familie der Arieten enthalten; endlich machen Thone mit Bänken von Pentakriniten den Beschluss dieser Abtheilung, für welche der Mangel an verkiesten Conchylien besonders auffallend ist.

β. Thone mit verkiesten aber sparsam vertheilten Conchylien. Dunkelfarbige, bituminöse, bei der Verwitterung zerbröckelnde und endlich in Thon zerfallende Schieferthone, mit Nieren von Thoneisenstein und mit Eisenkiesknollen bilden diese Abtheilung fast ausschliesslich, indem solche nur nach oben mit einigen Schichten von schwarzem Steinmergel und Thonmergel geschlossen wird. Die Fossilien, unter denen vorzüglich *Ammonites Turneri*, *A. armatus* und *A. capricornus* auffallen, sind sämmtlich mit Eisenkies erfüllt, der sie auch oft verunstaltet, indem er sich an ihnen in grossen Knollen und Klumpen angehäuft hat.

Als besonders charakteristische Fossilien dieser Etage erwähnt Quenstedt die folgenden Species, von welchen die aus der Abtheilung *β* mit einem Sterne bezeichnet sind.

Pentacrinus basaltiformis	*Pleurotomaria anglica*
* *scalaris*	 *polita*
Terebratula triplicata	*Belemnites brevis*
* *vicinalis*	*Ammonites psilonotus*
* *lagenalis*	 *Bucklandi*
Gryphaea arcuata	 *Conybeari*
Ostrea irregularis	 *Brookii*
Lima gigantea	 *angulatus*
. . . *duplicata*	* *Turneri*
Pecten textorius	* *armatus*
Avicula inaequivalvis	* *capricornus*
Pinna Hartmanni	* *raricostatus*
Cardinia Listeri	* *bifer*
. *concinna*	* *oxynotus*
Astarte complanata	*Nautilus aratus.*
Pleuromya unioides	

2. Mittlerer Lias (*Etage liasien d'Orb.*).

γ. Grauscheckige Kalkmergel mit *Terebratula numismalis*. Graue, feste, mergelige Kalksteine in mehr oder weniger dicken Schich-

ten, sehr spröde und nach allen Richtungen zerspringend, daher die Petrefacten (zumal die Belemniten und Ammoniten) nur in Fragmenten zu erhalten sind. Obwohl nur 50 Fuss mächtig bilden sie doch eine der hauptsächlichen Terrassen des Schwäbischen Lias.

δ. Dunkle Thone mit *Ammonites amaltheus*. Sehr dunkelgraue Thone, reich an Nieren von Thoneisenstein, welche oft Zinkblende und Cölestin enthalten; nach oben folgen wieder Bänke von Kalkmergel. Diese Thone sind besonders mit vielen wohlerhaltenen Belemniten und mit verkiesten Exemplaren von *Ammonites amaltheus* erfüllt.

Die wichtigsten Fossilien dieser Etage sind nach Quenstedt:

ein Fucoid, ähnl. *Fuc. Targioni*	*Trochus imbricatus*
Pentacrinus subangularis	 *umbilicatus*
. *basaltiformis*	*Turritella Zieteni*
Spirifer verrucosus	**Belemnites paxillosus*
Terebratula numismalis	*. *clavatus*
. *rimosa*	*. *breviformis*
**Terebratula tetraëdra*	*Ammonites natrix*
Gryphaea cymbium	 *latecosta*
Pecten aequivalvis	 *Jamesoni*
. . . . *priscus*	 *polymorphus*
Lima duplicata	 *Valdani*
**Plicatula spinosa*	 *Taylori*
Cucullaea Münsteri	 *Davoei*
Nucula palmae	 *striatus*
. . . . *complanata*	 *ibex*
Pholadomya decorata	*. *costatus*
Rotella expansa	*. *amaltheus*
Trochus Schübleri	*Nautilus lineatus.*

3. Oberer Lias (*Etage toarcien d'Orb.*)

ε. Posidonienschiefer mit Stinkstein. Sehr bituminöse und kiesige, durch die Verwitterung in grosse Blätter zerklaffende Mergelschiefer und mergelige Brandschiefer mit untergeordneten Schichten oder flachen Nieren eines sehr harten, feinsplitterigen, stinkenden Kalksteins setzen diese untere Abtheilung der oberen Etage wesentlich zusammen. Durch die Zersetzung des fein vertheilten Eisenkieses entsteht Gyps, der sich in ganz kleinen Krystallen auf den Fugen und Klüften des Gesteins bemerkbar macht. Die Mächtigkeit dieser Schiefer beträgt in Würtemberg 8—50 Fuss. Fucoiden und, theils in Pechkohle verwandelte, theils durch harten Kalkstein petrificirte, grosse Stämme, *Posidonomya liasina*, *Avicula substriata*, *Belemnites acuarius* und äusserst dünnschalige, breit gedrückte Ammoniten aus der Familie der Falciferen, endlich zahlreiche Ueberreste von Fischen und Sauriern treten als die vorzüglich bezeichnenden Fossilien hervor.

ζ. Lichtgraue Kalkmergel mit *Ammonites jurensis*. Oft nur auf eine 2 bis 3 Fuss mächtige Schicht reducirt ist diese Abtheilung dennoch vom Küssenberge am Rhein bis nach Staffelstein am Main in so gleichmässiger Verbreitung, unmittelbar über den Posidonienschiefern vorhanden, dass man sich nach ihr am leichtesten und sichersten orientiren kann. Sie besteht wesentlich aus harten, grauen Kalksteinen und aus Mergeln, welche letztere stellenweise bis 40 und 60 F. mächtig werden. *Ammonites jurensis*, *radians* und *bifrons*, so wie *Belemnites acuarius* sind vorzüglich charakteristisch.

Wenn wir diese beiden Abtheilungen vereinigen, was bei ihrer verhältnissmässig geringen Mächtigkeit ohnediess gerathen erscheint, so folgt endlich als letzte Abtheilung der Formation:

ϑ. Eine oft äusserst mächtige Ablagerung von Schieferthon und Thon, reich an Nieren von braunem Thoneisenstein, zwar arm an Fossilien, doch ausgezeichnet durch den trefflichen Erhaltungszustand derselben. Nur in wenigen, schmalen Schichten sind die organischen Ueberreste sehr angehäuft, ausserdem kommen sie blos vereinzelt vor. *Ammonites opalinus*, *Trigonia navis* und *Belemnites tripartitus* erscheinen als höchst charakteristische Formen.

Ueberhaupt aber wird diese ganze Etage durch folgende thierische Formen charakterisirt, wobei der gänzliche Mangel an Terebrateln sehr auffallend ist.

Pentacrinus subangularis	*Ammonites heterophyllus*
Posidonomya liasina	 *Lythensis*
Pecten paradoxus	 *capellinus*
Inoceramus gryphoides	 *serpentinus*
Goniomya angulifera	 *jurensis*
Avicula substriata	 *radians*
Cardium truncatum	 *insignis*
Pronoë (*Venus*) *trigonellaris*	 *hircinus*
Gervillia pernoides	 *opalinus*
Trigonia navis	 *torulosus*
Nucula Hammeri	*Loligo Bollensis*
. . . . *rostralis*	. . . *subcostatus*
Chenopus subpunctatus	*Aptychus lythensis*
Belemnites acuarius	 *sanguinolarius*
. *tripartitus*	*Tetragonolepis pholidotus*
. *digitalis*	*Lepidotus gigas*
Ammonites Bollensis	*Leptolepis* u. a. Fische.
. *annulatus*	*Ichthyosaurus tenuirostris*
. *fimbriatus*	 *platyodon*
. *bifrons*	*Teleosaurus* u. a. Saurier.

Da es, wie Fraas sagt, kein Land giebt, in welchem die Liasformation so gut gegliedert ist, und in welchem ihre Gränzlinien so scharf gezogen sind, als Schwaben, so haben wir geglaubt, bei ihrer Darstellung diese schwäbische Facies zu Grunde legen zu müssen. Um jedoch auf die Verschiedenheit ihrer Ausbildungsweise in anderen Ländern aufmerksam zu machen, dazu mögen theils die nachstehenden Bemerkungen theils der folgende Paragraph dienen, in welchem wir versuchen werden, eine Vergleichung der teutschen, der englischen und der französischen Lias-Territorien nach den trefflichen Darstellungen von Fraas zu geben.

Die schwäbische Entwickelung der Liasformation erleidet schon einige Aenderungen, wenn man aus Würtemberg nach Baiern eintritt; die Kalksteine und Thone der unteren Etage werden allmälig durch Sandstein ersetzt, und dieser untere Liassandstein lässt sich weit hinein durch Franken als der einzige Vertreter dieser Etage verfolgen. Darüber folgen erst kalkige Gesteine mit *Gryphaea cymbium* und anderen Fossilien der nächsten Etage, dann mächtige Thone mit *Ammonites costatus* und *A. amaltheus*, so dass der mittlere Lias in seinen beiden Hauptgliedern vorhanden ist. Der obere Lias endlich hat in Franken eine fast noch vollständigere Entwickelung gefunden, als in Schwaben; denn die Posidonienschiefer mit ihren Monotiskalksteinen und Sauriern, dann die Schichten mit *Am. jurensis* und *radians*, und zuletzt die mächtigen Thone mit *Am. opalinus* sind alle vortrefflich nachzuweisen.

Auch im nordwestlichen Teutschland beginnt die Formation mit Sandstein, auf welchen sich der Liaskalk mit *Gryphaea arcuata* lagert; darüber folgt der mittlere Lias, abermals vorwaltend als Sandstein, mit untergeordnetem oolithischem Eisenerze, jedoch durch *Terebratula numismalis* und *Gryphaea cymbium* hinreichend charakterisirt. Der obere Lias ist aber auch in diesen Gegenden fast eben so wie in Würtemberg und Franken ausgebildet, indem sich die Posidonienschiefer mit ihren bezeichnenden Fossilien, und endlich als letztes Glied die mergeligen Schieferthone mit *Trigonia navis* und *Ammonites opalinus* in grosser Mächtigkeit vorfinden.

In England lässt sich die Liasformation in einem ununterbrochenen Zuge von der Südküste bei Lyme-Regis bis an die Nordostküste bei Whitby verfolgen. Sie bildet dort die Basis der Juraformation, welche von Gloucester aus nach Norden hin mit einer auffallenden Terrainstufe über das flache Liasland aufsteigt, gerade wie diess so häufig im teutschen Jura der Fall ist, von welchem Leopold v. Buch so treffend sagte, dass ihm die Liasformation meist wie ein Teppich untergebreitet sei. Mit einer mittleren Mächtigkeit von 600 Fuss, welche in Yorkshire bis zu 850 F. steigt, liegt der englische Lias fast überall in ungestörter Lagerung zwischen der Juraformation und dem Keuper, welcher letztere mehrorts durch das sogenannte *bone-bed* von ihm getrennt wird. Bei allen localen Verschiedenheiten lassen sich auch dort im Allgemeinen sehr wohl drei Etagen unterscheiden.

Die untere Etage besteht in einigen Gegenden, wie z. B. in Gloucestershire und Worcestershire, aus Kalkstein, dessen Schichten mit Mergelschiefer

wechsellagern, welcher weiter aufwärts allein herrschend wird; in den mittleren Grafschaften dagegen besteht sie fast nur aus Schiefern, mit untergeordneten Lagen und Nieren von Kalkstein; in Dorsetshire endlich aus Mergelschiefer mit einem eingelagerten Systeme von Kalksteinschichten.

Die mittlere Etage (*marlstone*) besteht im Süden, wie z. B. bei Cheltenham im Gloucestershire, aus abwechselnden Schichten von thonigen, sandigen und kalkigen Gesteinen, im nördlichen England besonders aus Schieferthon, welcher nach oben viele Nierenflötze von Sphärosiderit enthält.

Die obere Etage endlich, welche bei Whitby in Yorkshire vortrefflich entblöst ist, erscheint dort als ein fast 300 Fuss mächtiges Schichtensystem von sehr bituminösen und kiesigen Schiefern, welchen nach unten ein 20 bis 30 Fuss mächtiges Lager von harten sandigen Gesteinen nebst Eisenstein und Pechkohlfragmenten eingeschichtet ist. In dieser Etage finden sich sowohl bei Whitby als auch bei Lyme-Regis die zahlreichen Ueberreste von Fischen und Sauriern, welche fast in allen Territorien der Formation ihre obere Abtheilung charakterisiren.

§. 405. *Vergleichende Uebersicht der Liasformation in Schwaben, England und Frankreich.*

In dem schwäbischen Territorio haben wir einen wohl charakterisirten Normaltypus der Liasformation kennen gelernt. Da es nun der Raum verbietet, anderweite Territorien derselben in gleicher Ausführlichkeit zur Darstellung zu bringen, so dürfte wenigstens folgende vergleichende Uebersicht der schwäbischen, englischen und französischen Liasformation an ihrem Platze sein, welche wir aus der schönen Abhandlung von Oscar Fraas entnehmen*).

1. Unterer Lias.

Wir haben gesehen, dass der untere Lias schon in Teutschland nach Zusammensetzung und Mächtigkeit auffallende Verschiedenheiten zeigt. Vergleichen wir z. B. nur Schwaben und Franken, so finden wir in diesem letzteren Lande statt der mächtigen Massen von Thon, Kalkstein und Sandstein fast nichts, als einen grobkörnigen, harten, oft nur wenige Fuss mächtigen Sandstein, welcher sich von dem, gewöhnlich darunter befindlichen Keupersandsteine nur durch sparsam vorkommende Exemplare von *Cardinia*, *Gryphaea arcuata* und *Ammonites Bucklandi* unterscheidet. Nur selten treten dort diese Schichten zu Tage aus, weshalb die blauen Thone des mittleren Lias meist unmittelbar auf den Keuper zu folgen scheinen**).

*) Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 139 ff.

**) Nach Ewald scheint zwischen Wendelstein und Schwarzenbach die untere Etage kaum vorhanden zu sein; der obere Keupersandstein nimmt ein graues kalkigthoniges Bindemittel auf, welches nach oben allmälig überhand nimmt und dann Belemniten enthält, worauf die Mergel voll *Amm. costatus* und *amaltheus* mit denselben Belemniten folgen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 609.

Im französischen Jura bei Salins ist die Gränze zwischen dem unteren und mittleren Lias sehr wenig ausgesprochen. Dort liegt über dem Keuper eine gelblichgraue, anderthalb Fuss dicke Kalksteinschicht mit *Cardinia concinna*, *C. securiformis* und *Lima gigantea*; darauf folgen Kalksteinbänke mit Ammoniten aus der Familie der Arieten, mit Pentakriniten und mit *Gryphaea arcuata*, und endlich graulichschwarze Thone mit untergeordneten Kalksteinschichten; die Thone anfangs voll *Ammonites oxynotus* und *A. bifer*, aber höher aufwärts mit *A. Jamesoni* und *A. Taylori*, die Kalksteine reich an *Cardinia Listeri*, *Ammonites raricostatus* und *Gryphaea cymbium*; also beide wechsellagernde Gesteine mit Fossilien, welche in Schwaben theils dem unteren, theils dem mittleren Lias angehören. Daher lassen auch die französischen Geologen den mittleren Lias z. Th. schon mit Schichten beginnen, welche in Schwaben nach dem unteren Lias zugerechnet werden.

In der Bourgogne erscheint der untere Lias wiederum etwas anders, als am Jura; namentlich erlangen die von Arkos unterteuften Kalksteine mit Cardinien, oft eine grosse Mächtigkeit; darüber folgen Thone und Kalksteine mit *Ammonites angulatus*, und dann die Bänke mit den Arieten und Gryphäen. Den Beschluss machen thonige Kalksteinschichten mit *Ammonites Brookii* und *A. oxynotus*, welcher letztere auch im Dép. du Cher zugleich mit *A. bifer* und *A. raricostatus* vorkommt.

Noch anders gestalten sich die Verhältnisse im Süden Frankreichs, in den Rhône-Gegenden, wo nach Thiollière statt der mit Arieten erfüllten Kalksteine Teutschlands, Nordfrankreichs und Englands, sehr mächtige Ablagerungen von schwarzen Kalksteinen, jedoch ohne die genannten Ammoniten und ohne Gryphäen auftreten; wie denn überhaupt die ganze südfranzösische Formation ein eigenthümliches Gepräge zeigt, welches Thiollière als ihren *type méditerranéen* bezeichnet. Während sonach der untere Lias im Süden Frankreichs an Mächtigkeit zunimmt, so sinkt er dagegen im Norden bedeutend zusammen; ja, im Calvados ist er fast auf eine Schicht von ein paar Fuss Stärke reducirt, in welcher nur selten eine Gryphäa oder ein Ammonit erscheint.

In voller und mächtiger Entwickelung tritt er dagegen wiederum jenseits des Canals in England auf, mit *Ammonites Bucklandi*, *A. psilonotus*, *Lima gigantea* und vielen anderen charakteristischen Fossilien, welche sich meist durch einen trefflichen Erhaltungszustand auszeichnen. Seine vollkommenste Entwickelung hat daher der untere Lias in Schwaben und in England gefunden.

Jedem Lande sind auch mehr oder weniger besondere Fossilien eigen, und was sich in dem einen Lande findet, fehlt oft in dem anderen oder kommt doch nur selten vor. Als allgemeine Leitfossilien in allen Ländern sind aber die Cardinien und *Ammonites angulatus*, dann *Gryphaea arcuata*, *Ammonites Bucklandi*, so wie *Ammonites raricostatus* zu betrachten, zu welchem letzteren sich auch schon bisweilen *Gryphaea cymbium* gesellt, welche aber erst im mittleren Lias ihre eigentliche Heimath findet.

2. Mittlerer Lias.

In Franken folgt auf den, die untere Etage repräsentirenden Liassandstein eine Kalksteinablagerung, welche durch ihre organischen Ueberreste dem mittleren Lias zugewiesen wird. Besonders lehrreich ist die Gegend von Aschach unweit Amberg, wo dieser Kalkstein einen seltenen Reichthum von

Petrefacten umschliesst; darunter *Gryphaea cymbium*, *Ammonites natrix*, *A. Valdani*, *A. ibex*, eine Menge Terebrateln und andere Muscheln, welche alle mit der Schale erhalten sind. — Darüber folgen dunkelblaue Thone mit *Ammonites costatus*, welcher für ganz Franken als das wichtigste Leitfossil dieser Etage zu betrachten ist, von Banz bis nach Altdorf, und weiterhin in der Oberpfalz bis nach Regensburg, wo ein sehr reichhaltiges Lager von oolithischem Rotheisenerz an demselben Ammoniten und an seinem Gefolge von anderen Fossilien für ein Glied des mittleren Lias erkannt worden ist*).

In der Schweiz sind es meist nur die Kalksteine mit *Terebratula numismalis* und *rimosa*, mit *Gryphaea cymbium*, *Spirifer verrucosus* u. a. charakteristischen Formen, welche die mittlere Etage erkennen lassen, während die Schichten mit *Ammonites amaltheus* fast nirgends aufgeschlossen sind.

Am Jura ist zwar die Gränze zwischen dem unteren und mittleren Lias nicht so scharf gezogen, wie in Schwaben, wie es denn auch ein einziges, aus dunkelgrauen Thonen und aus Kalksteinbänken bestehendes Schichtensystem ist, welches von den Arietenkalksteinen bis hinauf zu den Posidonienschiefern reicht; aber die Fossilien behaupten doch auch innerhalb dieses Schichtensystems eine ähnliche Aufeinanderfolge, wie in Würtemberg, denn,

zu unterst liegen *Ammonites bifer*, *oxynotus* und *raricostatus*,
dann folgen *A. planicosta*, *lineatus*, *natrix* und die Belemnitenschichten mit *A. Davoei*,
höher aufwärts kommen *A. amaltheus* und *costatus*,
und endlich zahllose Exemplare von *Plicatula spinosa* und *Belemnites paxillosus*.

In der Bourgogne unterscheiden sich die durch *Terebratula numismalis* ausgezeichneten Schichten nur wenig von denen in Schwaben, wogegen die darauf folgenden Amaltheenschichten einen ganz anderen Charakter entfalten. Es sind nicht mehr Thone, sondern blaulichgraue sehr mächtige Kalksteine mit *Amm. amaltheus* und *costatus*, mit *Gryphaea gigantea*, *Terebratula acuta*, *vicinalis*, *lagenalis*, *Pecten aequivalvis* und vielen anderen Formen, welche sich meist durch die Grösse ihrer Dimensionen von den gleichnamigen Formen anderer Gegenden unterscheiden. Die Gegend von Avallon, besonders Vassy, ist als eine Normal-Region für diesen mittleren Lias zn betrachten, dessen Amaltheenkalke dort ganze Felsen bilden, welche mit den genannten Petrefacten erfüllt sind. Nach Westen und Süden, in den Dépp. des Cher und der Isère, wird die Mächtigkeit dieser Kalksteine immer geringer, weiterhin verschwinden sie, um erst wieder im Calvados zu Tage auszutreten, wo sie bei Bayeux und anderen Orten, aber freilich mit auffallend verschiedenen paläontologischen Charakteren bekannt sind. Die hellgelben, kaum 3 Fuss mächtigen Kalksteinbänke umschliessen dort mit *Amm. Jamesoni* und *Davoei* ein Heer der schönsten Terebrateln (namentlich *T. quadrifida*, *lagenalis*, *vicinalis*) und Spiriferen, Korallen, Cidaritenstacheln und einige ganz ungewöhnliche Gasteropoden, wie *Euomphalus* und *Conus*; aber auch *Ammonites amaltheus*, *Gryphaea gigantea*, *Pecten aequivalvis* und *glaber* treten auf, und in den stellenweise vorkommenden Thonen erscheinen *Amm. heterophyllus*, mit *amaltheus* und *Belemnites paxillosus*.

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 416.

Dieselben Verhältnisse finden sich auch jenseits des Canals in England, wo die sogenannte *marlstone-series* den *lias moyen* der Franzosen und die von Quenstedt unter β, γ und δ aufgeführten Glieder begreift, indem auch dort die Schichten mit *Amm. oxynotus* und *bifer* sich enger an die darüber, als an die darunter liegenden Schichten anschliessen. Ausserdem gleicht die Entwickelung vollkommen jener in Schwaben, nur dass theilweise andere Leitfossilien auftreten; denn *Terebratula numismalis* und *Amm. amaltheus* gehören in England zu den Seltenheiten, während *Gryphaea cymbium* und die in Schwaben gänzlich fehlende *Gr. gigantea* dort, wie in Frankreich, zu den wichtigsten Leitmuscheln des mittleren Lias gehören. *Terebratula numismalis* wird im westlichen Frankreich und in England durch die verwandten Formen der *T. vicinalis* und *T. quadrifida* ersetzt.

3. Oberer Lias.

Scharf abgegränzt gegen den mittleren Lias erscheinen fast in allen Ländern die dunkelgrauen, bituminösen Schiefer oder Kalksteine mit Posidonomyen, und bilden sonach überall einen sichern geognostischen Horizont. In ihnen ist der grosse Reichthum an Ueberresten von Fischen und Sauriern niedergelegt, welcher sich wie bei Boll, Ohmden und Holzmaden in Schwaben, so bei Banz in Franken, so bei Lyme-Regis und Whitby in England, so auch bei Vassy unweit Avallon und bei Croisilles (Calvados) in Frankreich wiederfindet, obgleich er in diesem Lande weit hinter dem zurückbleibt, was Teutschland und England zu bieten haben. Die Eigenschaften dieses so wichtigen Schichtensystemes lassen vermuthen, dass sich dasselbe überall in ruhigen, geschützten Meerbusen oder in Aestuarien gebildet hat, welche von Sauriern, Fischen, Sepien, schlanken Belemniten, Pentakriniten und kleineren Ammoniten belebt waren. Nach ihrem Tode zu Boden sinkend wurden sie in dem feinen Schlamme begraben, und durchdrangen solchen mit Bitumen, als dem Producte ihrer Verwesung *).

Während aber in Schwaben die hellfarbigen Kalkmergel mit *Ammonites jurensis* von den Posidonienschiefern scharf abgesondert sind, so verschwimmt diese Gränze in anderen Ländern, und im nördlichen Frankreich, in England, von Lyme-Regis bis nach Whitby, ist es nur ein mächtiges System von bituminösen Schiefern und Thonen, welches den ganzen oberen Lias constituirt. Auch in paläontologischer Hinsicht lassen sich kaum Unterabtheilungen geltend machen; denn zugleich mit den Sauriern und Fischen

*) „Die Schiefer, in welchen die Ueberreste der Ichthyosauren, dieser gefrässigen Ungeheuer, vorkommen, zeigen überall eine so gleichförmige und auffallende Zusammensetzung, dass man ihre Entstehung grösstentheils den Thieren zuschreiben möchte, welche sie einschliessen. Denn unter dem Vergrösserungsglase erkennt man sie fast aus lauter Fischzähnen, Schuppen, Muschelfragmenten und dergleichen zusammengesetzt, und alles ist mit einem thierischen Oele imprägnirt, welches diese Schiefer zuweilen so brennbar macht, dass sie zum Kalkbrennen benutzt werden. Da nun die Excremente der Ichthyosauren bisweilen, wie an der Severn, ganze Schichten bilden, so ist es wohl denkbar, dass diese Liasschiefer nur als zertheilte Koprolithen zu betrachten sind.“ Leopold v. Buch, Ueber den Jura in Deutschland, 1839, S. 19 und 41.

erscheinen schon *Ammonites radians*, *A. bifrons*, *A. heterophyllus*, *A. communis* und *A. fimbriatus*, um nach oben durch die ganze Etage fortzusetzen, wogegen *Amm. jurensis*, diese in Schwaben so bezeichnende Form, vermisst und durch andere Formen ersetzt wird.

Allgemeine Leitfossilien für den oberen Lias sind bis hierher *Ammonites insignis* und *radians*, *Belemnites acuarius* und *digitalis*, sowie auch der völlige Mangel an Terebrateln fast überall charakteristisch ist.

Die Thone mit *Ammonites opalinus* und *Trigonia navis* endlich stellen eine fast ausschliesslich teutsche Localbildung dar, welche ganz vorzüglich in Schwaben, Franken und im Elass entwickelt ist; zu den genannten beiden sehr charakteristischen Formen gesellen sich noch andere, oft geschnürte Ammoniten aus der Familie der Lineaten, *Belemnites tripartitus* und *clavatus*, ein Heer von *Nucula Hammeri*, kleine Gasteropoden und andere Fossilien. Als Aequivalent dieser Bildung lassen sich in England und Frankreich nur die obersten Schichten des *lias superieur* oder *upper lias* betrachten, in welchen, zugleich mit *Ammonites radians*, die geschnürten Ammoniten aus der Familie der Lineaten, manche Arten von *Nucula* und Gasteropoden vorkommen.

Schon früher gab Rominger eine gute Vergleichung des schweizer und schwäbischen Jura, in welcher auch die beiderseitigen Liasgebilde berücksichtigt worden sind; und neuerdings hat Fromherz eine ähnliche Vergleichung für die jurassische Formationsgruppe des Breisgau durchgeführt, auf welche wir unsere Leser verweisen*).

§. 406. *Organische Ueberreste der Liasformation.*

Die Liasformation wird in allen Ländern durch ihre organischen Ueberreste auf eine so bestimmte Weise charakterisirt, dass sie mit Recht als eine von denjenigen Formationen bezeichnet worden ist, welche vorzugsweise als geognostische Horizonte dienen können, um sich von ihnen aus sowohl aufwärts als abwärts zu orientiren. Fast alle ihrer Fossilien sind ihr eigenthümlich, gehören ihr ausschliesslich an, was für Frankreich und England eben sowohl wie für Teutschland gilt. Als die wichtigsten Momente dürften etwa die folgenden hervorzuheben sein.

I. Pflanzen.

Man kennt gegenwärtig aus der Liasformation über 90 Pflanzenspecies. Unter den Fucoiden sind namentlich der in den Liasschiefern vorkommende *Sphaerococcites granulatus Bronn* und der *Chondrites Bollensis Kurr* als ein paar recht häufige Formen zu erwähnen. Ein von

*) Rominger, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 293 ff. und Fromherz, in G. Leonhards Beiträgen zur min. u. geogn. Kenntniss des Grossh. Baden, I, S. 63.

den gleichnamigen Formen des Keupers verschiedenes Equisetum ist in den Liassandsteinen der Gegend von Eisenach, Gotha und Helmstädt bekannt, und Unger führt *Equisetites austriacus* aus der Gegend von Waidhofen in Oesterreich auf.

Von Farnen ist *Clathropteris meniscoides Brong.* eine in den Liassandsteinen verschiedener Länder sehr ausgezeichnete Form; auch kommen bei Theta unweit Baireuth noch viele andere Farne vor. Von Marsiliaceen nennen wir die *Jeanpaulia dichotoma Ung.*

Die in der ganzen jurassischen Formationsgruppe so wichtigen Cycadeen machen sich schon in der Liasformation als sehr bedeutsame Formen bemerkbar, aus welcher Unger nicht weniger als 5 Species von *Cycadites*, 8 Sp. von *Zamites*, 15 Sp. von *Pterophyllum* und 9 Sp. von *Nilssonia* aufführt. Endlich sind noch die Coniferen zu erwähnen, von welchen wahrscheinlich der grössere Theil jener versteinerten Hölzer abstammt, welche im Liaskalksteine verschiedener Länder gefunden werden; dahin gehören namentlich die Species *Peuce Würtembergensis Ung.*, *P. Lindleyana With.*, *P. Huttoniana With.* und *Araucarites peregrinus.*

II. Thiere.

Eine recht auffallende Erscheinung in der Fauna der Liasformation ist die grosse Armuth an Amorphozoën und Korallen, indem man bis jetzt von ersteren fast gar keine, von letzteren nur sehr wenige Formen kennen gelernt hat. Auch die Foraminiferen oder Rhizopoden sind nur äusserst dürftig vertreten. Erst mit den Echinodermen gewinnt die liasische Fauna eine grössere Bedeutung, und wohl darf man behaupten, dass die Krinoiden, die Mollusken, die Fische und die Reptilien als diejenigen Abtheilungen des Thierreiches zu betrachten sind, deren Ueberresten allein eine chthonographische Wichtigkeit zugestanden werden kann, weil die eigentlichen Leitfossilien nur von ihnen geliefert worden sind.

1. Echinodermen. Vor allen sind es Krinoiden, aber unter ihnen doch nur die Formen des Genus *Pentacrinus*, welche eine grosse Bedeutung erlangen, weil ihre Ueberreste in ganz ausserordentlicher Häufigkeit und Verbreitung auftreten. Von Echiniden sind zwar einige Species von *Cidaris* und *Diadema* bekannt, deren meist fragmentare Ueberreste hier und da vorkommen; allein gegen die Pentakriniten verdienen sie doch kaum eine Erwähnung.

2. Mollusken. Unter den Brachiopoden können fast nur die Geschlechter *Terebratula* und *Spirifer* in Betrachtung kommen, weil sie,

wenn auch nicht gerade in vielen Species, so doch oft in grosser Menge der Individuen auftreten. Doch verdient es bemerkt zu werden, dass Davidson und Bouchard neulich aus dem Lias von Ilminster und Montpellier auch mehre kleine Species von *Leptaena* nachgewiesen haben.

Aus der Abtheilung der Conchiferen sind es besonders die Geschlechter *Gryphaea*, *Plicatula*, *Pecten*, *Lima*, *Posidonomya*, *Inoceramus*, *Avicula*, *Cardinia*, *Nucula*, *Pholadomya*, *Astarte* und *Trigonia*, aus deren Bereiche theils einzelne, theils mehre Species als vorzüglich wichtige Leitmuscheln der Liasformation betrachtet werden müssen.

Weit geringer ist die Zahl der Leitfossilien aus der Abtheilung der Gasteropoden, obgleich mehre Species der Geschlechter *Turbo*, *Trochus*, *Pleurotomaria* und *Cerithium*, so wie einzelne Species aus anderen Geschlechtern eine nicht unbedeutende Verbreitung gewinnen.

Die Cephalopoden bilden unstreitig die wichtigste und reichhaltigste Abtheilung der Mollusken; namentlich erscheinen die Belemniten und Ammoniten, welche (abgesehen von der Alpinischen Trias) in der Liasformation zuerst auftreten, nicht nur in einer grossen Anzahl von Species, sondern auch oft in einer unzähligen Menge der Individuen; ungeheure Individuen, sagte Leopold v. Buch vom *Ammonites Bucklandi*, liegen unten dicht an einander gedrängt, und bilden ein wahres Pflaster von Ammoniten; dasselbe lässt sich auch von anderen Ammoniten und mehren Belemniten behaupten. Das Genus *Nautilus* wird nur durch ein paar Species vertreten, unter welchen besonders *N. aratus* von Wichtigkeit ist. Endlich kommen auch im oberen Liasschiefefer die Ueberreste von nackten Cephalopoden, nämlich die Schulpen und Tintenbeutel von *Loligo*, *Theutopsis*, *Belopeltis* u. a. vor.

Als eine Merkwürdigkeit ist noch zu erwähnen, dass bei Balingen in Würtemberg so wie früher bei Lyme-Regis in England auch Orthoceren gefunden worden sind; die von Alcide d'Orbigny aufgeführten Turriliten sollen nach Quenstedt nur monströse Exemplare von *Ammonites bifer*, *A. raricostatus* und *A. planicosta* sein. Die Cephalopoden S. 83 und 84.

3. Crustaceen. Aus dieser Abtheilung des Thierreiches sind nur einige Krebse zu erwähnen, unter denen *Eryon Hartmanni* schon länger bekannt ist.

4. Insecten. Der untere Lias in Gloucestershire hat viele Insectenreste geliefert, welche von Brodie und Westwood untersucht worden sind; meist waren es Flügeldecken von Käfern und Flügel von Hymenopteren, deren Formen mehr auf ein gemässigtes als auf ein heisses Klima verweisen sollen*). Dagegen hat Oswald Heer bei Müllingen im

*) Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 381.

Kanton Aargau in den tiefsten Schichten der Liasformation 70 Species von Insecten (darunter 58 Käfer) nachgewiesen, deren Formen auf ein tropisches Klima hindeuten*).

5. Fische. Besonders in der oberen Etage der Formation ist ein grosser Reichthum von Fischresten niedergelegt, obwohl dergleichen auch schon in den tieferen Etagen vorkommen. Vorzüglich wichtig sind die Geschlechter *Tetragonolepis, Dapedius, Semionotus, Lepidotus, Eugnathus* und *Pachycormus,* indem von den vier ersteren die meisten, von den beiden letzteren doch noch viele Species der Liasformation eigenthümlich sind; auch *Pholidophorus* und *Leptolepis* haben viele Species geliefert, und die einzige bekannte Species des Genus *Ptycholepis* findet sich bei Boll in Würtemberg, wie zu Whitby und Lyme-Regis in England.

6. Reptilien. Die obere Etage der Liasformation war dasjenige Gebiet, in welchem zugleich mit den Fischen auch gewisse Saurier eine ausserordentliche Entwickelung erlangten, daher denn auch die zahlreichsten und schönsten Ueberreste dieser Thiere aus den oberen Liasschichten stammen. Ausser den seltenen fast vollständigen Skeleten kommen sehr häufig grössere und kleinere Skelettheile, einzelne Knochen, Wirbel und Zähne, so wie die Koprolithen vor, welche letztere bisweilen (wie in Gloucestershire) zu förmlichen Schichten angehäuft sind. Namentlich finden sich gar nicht selten Ueberreste von *Ichthyosaurus communis, I. tenuirostris, I. platyodon* und *I. intermedius* in England, Würtemberg und Franken, während die langhalsigen Plesiosaurus-Arten bis jetzt fast nur aus England bekannt worden sind. Auch Flugechsen kommen schon im Lias vor, wie der *Pterodactylus macronyx;* ebenso Ueberreste von *Mystriosaurus, Macrospondylus* und *Pelagosaurus.*

Ueberhaupt beträgt nach Bronn die Zahl der bis jetzt aus der Liasformation bekannten Thierspecies 829, welche sich auf die einzelnen Classen folgendermaassen vertheilen:

Polypen	6	Species	Cephalopoden . .	227	Species
Echinodermen .	23	,,	Würmer	9	,,
Brachiopoden .	36	,,	Crustaceen . . .	12	,,
Conchiferen . .	219	,,	Hexapoden . . .	34	,,
Protopoden . . .	2	,,	Fische	132	,,
Gasteropoden . .	89	,,	Reptilien	40	,,

Die wichtigsten Leitfossilien aber, welche, unter vorzugsweiser Berücksichtigung der teutschen Liasformation, auf den sieben

*) Zwei geologische Vorträge gehalten im März 1852 von Oswald Heer und Escher von der Linth, S. 6.

Tafeln XXVII bis XXXIII unseres Atlas abgebildet wurden, sind folgende *).

1. Korallen.

Cyclolithes mactra XXVII, 1, = *Cyathophyllum mactra Goldf.*
Cyathophyllum tintinnabulum Goldf. XXVII, 2.

2. Krinoiden.

Pentacrinus scalaris Goldf. XXVII, 3; verschiedene Säulenstücke und Gelenkflächen der Glieder, vergrössert.
. *basaltiformis Goldf. XXVII*, 4; zwei Säulenstücke und Gelenkflächen der Glieder, vergrössert.
. *subangularis Goldf. XXVII*, 5; desgleichen.
. *Briareus Mill. XXVII*, 6; Säulenstück und Gelenkfläche.

3. Brachiopoden, nur im unteren und mittleren Lias.

Spirifer Walcotti Sow. XXVII, 7, = *Spiriferina Walcotti Orb.* variirt sehr.
. *rostratus Buch XXVII*, 8 = *Spiriferina rostrata Orb.*
. *verrucosus Buch XXVII*, 9; soll nur eine Varietät von *rostratus* sein.
Terebratula triplicata Phill. XXVII, 10.
. *variabilis Schloth. XXVII*, 11.
. *vicinalis Schloth. XXVII*, 12.
. *lagenalis Schloth. XXVII*, 13.
. *numismalis Lam. XXVII*, 14.
. *rimosa Buch XXVII*, 15.
. *tetraëdra Sow. XXVII*, 16.
. *acuta Sow. XXVII*, 17, zumal in England.

Andere wichtige Species sind *T. cincta*, *T. quadrifida*, *T. cornuta*, und *T. resupinata XXXIV*, 10.

4. Conchiferen.

Gryphaea arcuata Lam. XXVIII, 1.
. *cymbium Lam. XXVIII*, 2, = *Gr. cymbula Lam.* verkleinert.
Ostrea irregularis Goldf. XXVIII, 3; meist kleiner als 1 Zoll, = *O. ungula Münst.*
Pinna Hartmanni Ziet. XXVIII, 4, halb verkleinert; Steinkern, als das gewöhnlichere Vorkommen, = *P. foliolum Phill.*
Plicatula spinosa Sow. XXVIII, 5; oft kleiner.
. *nodulosa Röm. XXVIII*, 6.
Pecten textorius Schloth. XXVIII, 7, wird bis 6 Zoll lang, und geht nach Quenstedt durch alle Schichten hindurch bis in den braunen Jura.

*) Die auf dem Rande der Tafeln hinter den Namen der Species stehenden Zeichen ⊥, +, ⊤ sollen das hauptsächliche Vorkommen in der unteren, mittleren und oberen Etage ausdrücken, wobei allerdings zunächst auf die südteutsche Formation Rücksicht genommen worden ist.

Pecten corneus Sow. *XXVIII*, 8, wird viel grösser.
. . . . *aequivalvis* Sow. *XXVIII*, 9, halb verkleinert, wird noch grösser.
. . . . *vimineus* Sow. *XXVIII*, 10, wird viel grösser.
. . . . *priscus* Schloth. *XXVIII*, 11, = *P. acutiradiatus Goldf.*
. . . . *paradoxus* Goldf. *XXVIII*, 12, = *P. contrarius Buch.*
Lima gigantea Desh. *XXVIII*, 13.
. . . *duplicata* Sow. *XXVIII*, 14; auch im braunen Jura.
Posidonomya liasina Höningh. *XXVIII*, 15, nach Bronn nicht verschieden von *P. Becheri*, von Goldfuss *P. Bronni* genannt.
Inoceramus gryphaeoides Goldf. *XXVIII*, 16, = *I. rugosus Schl.*
Gervillia pernoides Deslong. *XXIX*, 1, = *G. Hartmanni*, verkleinert, charakteristisch für die obersten Schichten mit *Trigonia navis*; die rechte Klappe ist oft ganz flach.
Avicula inaequivalvis Sow. *XXIX*, 2, auch im braunen Jura.
. *substriata* Münst. *XXIX*, 3; oft kleiner.
Modiola scalprum Sow. *XXIX*, 4, verkleinert.
Cardinia concinna Ag. *XXIX*, 5, Steinkern, verkl.; = *Thalassites conc.*
. *Listeri Ag.* *XXIX*, 6; = *Thalassites Listeri*.
Pleuromya unioides Ag. *XXIX*, 7; = *Unio liasinus* Schübl.
Nucula palmae Sow. *XXIX*, 8; von Sowerby als carbonisch aufgeführt.
. . . . *complanata* Goldf. *XXIX*, 9.
. . . . *rostralis* Lam. *XXIX*, 10, = *N. claviformis Sow.*
. . . . *Hammeri Defr.* *XXIX*, 11; bei *a* Steinkern.
Trigonia navis Lam. *XXIX*, 12, = *Lyriodon navis Goldf.*
Cucullaea Münsteri Ziet. *XXIX*, 13.
Goniomya angulifera Ag. *XXIX*, 14 = *Mya V-scripta*.
Astarte complanata Röm. *XXIX*, 15.
Cardium truncatum Phill. *XXIX*, 16, etwas verkleinert.
Pronoë trigonellaris Ag. *XXIX*, 17, = *Venus trig.*
Pholadomya Römeri Ag. *XXIX*, 18, = *Phol. ambigua Sow.*
. *decorata* Ziet. *XXIX*, 19, wird bis 6 Zoll lang.

5. Gasteropoden.

Rotella expansa Sow. *XXX*, 1, = *Helix* oder *Helicina exp.*
Pleurotomaria polita Goldf. *XXX*, 2, = *Rotella polita*.
. *anglica* Defr. *XXX*, 3.
Chenopus subpunctatus Münst. *XXX*, 4.
Turbo heliciformis Ziet. *XXX*, 5.
. . . . *cyclostomus* Ziet. *XXX*, 6.
. . . . *duplicatus* Goldf. *XXXVII*, 7; = *Trochus subduplicatus*.
Trochus imbricatus Sow. *XXX*, 7.
. *umbilicatus* Koch. *XXX*, 8.
. *Schübleri* Ziet. *XXX*, 9.
Turritella Zieteni Quenst. *XXX*, 10.

6. Cephalopoden.

Aptychus lythensis Quenst. *XXX*, 11.
. *sanguinolarius* Quenst. *XXX*, 12.
Loliginites Bollensis Quenst. *XXX*, 13, Fragmente der Schulpe.

Loliginites subcostatus Münst. *XXX*, 14, Schulpe verkleinert.
Belemnites brevis Blainv. *XXX*, 15, der einzige im untern Lias.
...... *clavatus* Blainv. *XXX*, 16.
...... *paxillosus* Schl. *XXX*, 17, = *B. niger*.
...... *elongatus* Mill. *XXX*, 18, hat sehr lange Alveole.
...... *breviformis* Ziet. *XXX*, 19, ähnlich dem aus braunem Jura.
...... *compressus* Stahl *XXX*, 20.
...... *digitalis* Blainv. *XXX*, 21, = *B. irregularis Schl.* oft noch weit stumpfer und mehr kolbig; auch bisweilen an der Spitze warzenförmig oder vertieft, wie bei *a*.
...... *tripartitus* Schl. *XXX*, 22, = *B. trisulcatus Hartm.*
...... *acuarius* Schl. *XXX*, 23, variirt sehr, so dass Quenstedt 8 Varietäten unterscheidet.
Ammonites Bucklandi Sow. *XXXI*, 1, = *A. bisulcatus Brug.* wird bis 2 Fuss gross.
....... *Conybeari* Sow. *XXXI*, 2, wird gleichfalls gross.
....... *Turneri* Sow. *XXXI*, 3.
....... *armatus* Sow. *XXXI*, 4.
....... *angulatus* Schl. *XXXI*, 5, wird bis fussgross, u. ist dann fast glatt.
....... *psilonotus* Quenst. *XXXI*, 6.
....... *capricornus* Schl. *XXXI*, 7.
....... *raricostatus* Ziet. *XXXI*, 8.
....... *oxynotus* Quenst. *XXXI*, 9, sehr häufig.
....... *bifer* Quenst. *XXXI*, 10, bei *a* junges Exemplar.
....... *natrix* Schl. *XXXI*, 11.
....... *amaltheus* Schl. *XXXII*, 1.
....... *latecosta* Sow. *XXXII*, 2, Fragment, nach Quenstedt = *A. Birchii* z. Th., welcher bis fussgross wird.
....... *Jamesoni* Sow. *XXXII*, 3, immer nur in Fragmenten.
....... *Bronnii* Röm. *XXXII*, 4.
....... *polymorphus* Quenst. *XXXII*, 5, sehr variabel.
....... *costatus* Schl. *XXXII*, 6.
....... *Valdani* Orb. *XXXII*, 7; nach Quenstedt z. Th. = *A. Birchii*.
....... *Taylori* Sow. *XXXII*, 8.
....... *pettos* Quenst. *XXXII*, 9.
....... *Davoei* Sow. *XXXII*, 10.
....... *striatus* Rein. *XXXII*, 11; wird oft sehr gross.
....... *ibex* Quenst. *XXXII*, 12.
....... *heterophyllus* Sow. *XXXII*, 13; wird bis 1½ Fuss gross, und hat äusserst complicirte Suturen.
....... *bifrons* Brug. *XXXII*, 14; = *A. Walcotti*.
....... *lythensis* Buch *XXXIII*, 1; = ist *A. falcifer Sow.* wird über 1 Fuss gross, enthält bisweilen einen Aptychus, und kommt meist in ganz flach comprimirtem Zustande im Schiefer vor.
....... *capellinus* Schl. *XXXIII*, 2, verkleinert, meist ganz comprimirt.
....... *communis* Sow. *XXXIII*, 3, zumal in England.
....... *annulatus* Sow. *XXXIII*, 4.

Ammonites fimbriatus Sow. *XXXIII*, 5, ist sehr ähnlich dem *A. lineatus*, aber zugleich mit einer Längsstreifung versehen.
. *Aalensis* Ziet. *XXXIII*, 6.
. *jurensis* Ziet. *XXXIII*, 7, meist in Bruchstücken, verkleinert.
. *radians* Rein. *XXXIII*, 8, variirt sehr.
. *torulosus* Schübl. *XXXIII*, 9, verkleinert.
. *opalinus* Voltz *XXXIII*, 10.
. *hircinus* Schl. *XXXIII*, 11.
Nautilus aratus Schl. *XXXIII*, 12, ist = *N. intermedius* Sow. oder *N. giganteus* Schübl.

Auch *Nautilus lineatus* Sow. welcher im braunen Jura vorkommt, findet sich schon in der Liasformation.

Zweites Capitel.

Juraformation.

§. 407. *Einleitung.*

Während die Liasformation in ihren vorwaltenden Gliedern fast überall noch eine grosse petrographische Aehnlichkeit, und in ihren verschiedenen Etagen eine ziemlich übereinstimmende Aufeinanderfolge ähnlicher Gesteine erkennen lässt, so findet diess in einem weit geringeren Grade bei der Juraformation Statt, welche in ihren verschiedenen Territorien eine grosse Manchfaltigkeit der Gesteine, und eine oft sehr verschiedene Lagerungsfolge ihrer petrographisch verschiedenen Glieder zeigt. Zwar sind es im Allgemeinen abermals Kalksteine und Sandsteine, Thone und Schieferthone, welche als die vorwaltenden Materialien auftreten; aber die Kalksteine insbesondere erscheinen in so mancherlei Varietäten, und diese Varietäten behaupten so wenig eine bestimmte bathrologische Stellung, dass eine, auf blose petrographische Eigenschaften gegründete Gliederung immer nur für einzelne Territorien durchzuführen, und daher auch nur von localem Werthe sein wird. Um so wichtiger werden im Gebiete der Juraformation die paläontologischen Merkmale, welche allein einen sicheren Leitfaden bei der Unterscheidung ihrer verschiedenen Etagen zu gewähren vermögen.

Unsere Kenntniss der Juraformation ist von England ausgegangen, wo sie in einer grossen Vollständigkeit ausgebildet und früher als anderwärts ein Gegenstand gründlicher Untersuchung gewesen ist. Man pflegt sie dort, wegen des wiederholten Auftretens mächtiger oolithischer Kalksteine, *the oolitic system*, oder die Oolithformation zu nennen, und hat, bei der Reichhaltigkeit ihrer dortigen Entwickelung, in ihrer Zusammensetzung viele Haupt- und Nebenglieder unterscheiden können, welche

mit besonderen Provinzial- oder Localnamen belegt wurden, obgleich die Nebenglieder auch dort meist nur eine geringere Verbreitung besitzen.

Doch fangen die Engländer jetzt auch an, sich des Ausdrucks *jurassic system* zu bedienen, für welchen sich Robertson erklärte, weil ja oolithische Kalksteine fast in allen Formationen bekannt seien. *Quarterly Journal of the geol. soc. III*, 127. Noch wichtiger ist vielleicht der Grund, dass dergleichen Kalksteine in vielen und bedeutenden Territorien der Formation gar nicht vorkommen, und dass mächtige Glieder derselben als Sandstein ausgebildet sind. „Es ist doch zu widerstrebend, sagte Leopold v. Buch, und es verursacht in der That noch täglich grosse Verwirrung, wenn man fortfährt, einen groben, braunen Sandstein, der von Oolithen gar nichts Aehnliches hat, dennoch immerfort Oolith zu nennen." Ueber den Jura in Deutschland, S. 15.

Bei dem Studio der Juraformation in anderen Ländern wurde nun ihre englische Ausbildungsweise gleichsam als der Normaltypus betrachtet, welcher sich überall in ähnlicher Weise wiederholen müsse; weshalb man denn anfangs bemüht war, alle Glieder und Gliedchen der englischen Juraformation auch anderwärts nachzuweisen, indem man sowohl petrographische als paläontologische Aehnlichkeiten geltend zu machen suchte.

Wenn nun aber auch nicht geläugnet werden kann, dass eine solche Parallelisirung für die Hauptglieder nach paläontologischen Merkmalen wirklich durchzuführen ist, so muss man doch für die Nebenglieder darauf verzichten, überhaupt aber der petrographischen Aehnlichkeit nur eine untergeordnete Bedeutung zugestehen, und auch die paläontologischen Analogieen mit einer gewissen Vorsicht geltend machen, weil alle die in §. 263 (S. 46 f. dieses Bandes) und in den vorausgehenden Paragraphen besprochenen Verhältnisse ihren Einfluss ausgeübt zu haben scheinen, um den gleichzeitigen Etagen der Juraformation in verschiedenen Bildungsräumen eine mehr oder weniger abweichende petrographische und paläontologische Facies zu ertheilen.

Erweist sich doch selbst in England die Juraformation sehr verschiedentlich ausgebildet, wie z. B. in den Gegenden von Oxfordshire und Yorkshire; kann es uns daher wohl befremden, wenn sich in Frankreich, Teutschland oder in Russland noch grössere Verschiedenheiten herausstellen? Man vergleiche die Bemerkungen von Bronn in der Lethäa, 3. Aufl. 2. Lief. S. 9 und 20.

Desungeachtet sind die Analogieen immer noch auffallend genug, so dass es zweckmässig erscheint, gegenwärtiges Kapitel mit einer Uebersicht der englischen Juraformation zu eröffnen, um den Leser mit der Gliederung und Nomenclatur dieses zuerst bekannt gewordenen Typus vertraut zu machen, dessen Verhältnisse auf die Untersuchung und Darstellung der meisten jurassischen Territorien einen so wesentlichen Ein-

fluss ausgeübt haben. Dann werden wir eine specielle Schilderung der beiden, von Leopold v. Buch so naturgemäss begründeten Hauptabtheilungen der Juraformation, unter besonderer Berücksichtigung ihrer teutschen Vorkommnisse, zu geben versuchen, und daran eine Vergleichung der englischen, französischen und südteutschen Juraformation knüpfen*).

§. 408. *Uebersicht der englischen Juraformation.*

Ganz England wird von Lyme-Regis über Leicester bis nach Whitby, also anfangs in der Richtung von SW. nach NO., dann in mehr nördlicher Richtung von einem breiten Gürtel der Juraformation durchzogen, innerhalb dessen sich gewöhnlich drei Höhenzüge und drei, an deren Fusse hinziehende Streifen von Flachland unterscheiden lassen. Die drei, nach Westen oft terrassenartig abfallenden Höhenzüge werden von eben so vielen Kalkstein-Etagen, ihre Zwischenräume dagegen von thonigen Gesteinen gebildet. Am Fusse der westlichen Terrasse breitet sich die Liasformation aus, deren Gränze gegen die Juraformation, bei der völlig concordanten Lagerung und oft ähnlichen Gesteinsbeschaffenheit, bisweilen schwierig zu bestimmen ist. Diese Juraformation wird von den englischen Geologen zuvörderst in drei Abtheilungen gebracht, welche man als *lower*, als *middle* und *upper Oolite* bezeichnet; innerhalb einer jeden dieser Abtheilungen aber werden zwei Hauptglieder und einige Nebenglieder unterschieden, so dass sich für die ganze Formation überhaupt folgende Gliederung herausstellt.

I. *Lower Oolite.*
 1. *Inferior Oolite*, oder Grundoolith, unter welchem noch hier und da ein kalkig-kieseliger Sand, so wie über ihm die *Fullers-earth* unterschieden wird.
 2. *Great Oolite*, oder grosser Oolith; als mehr oder weniger locale Nebenglieder erscheinen noch unter ihm der *Stonesfield-slate*, über ihm der *Bradford-clay*, der *Forest-marble* und der *Cornbrash*.

II. *Middle Oolite.*
 3. *Oxford-clay;* Oxfordthon, er beginnt mit dem sog. *Kelloway-rock*.
 4. *Coral-Rag*; als locale Nebenglieder unterscheidet man unter ihm den *lower*, und über ihm den *upper calcareous grit*.

III. *Upper Oolite.*
 5. *Kimmeridge-clay* oder Kimmeridgethon.

*) Der Raum zwingt uns zu möglichster Kürze; müssen wir uns also auch auf einige Territorien beschränken, so werden wir doch bemüht sein, in denen die Gesteine betreffenden Paragraphen wenigstens die petrographischen Eigenthümlichkeiten anderer Territorien beiläufig mit zu erwähnen.

6. *Portlandstone* oder Portlandkalk; zwischen beiden liegt noch der *Portland-sand*.

Diese Gliederung gilt jedoch nur für das südliche und mittlere England, und ist auch dort wohl nirgends in ihrer ganzen Vollständigkeit anzutreffen, weil die Nebenglieder nur auf einzelne Regionen, und selbst die beiden Hauptglieder der oberen Abtheilung nur auf die südlichen Grafschaften beschränkt sind. In den nördlichen Grafschaften aber, und zumal in Yorkshire geben sich in der Zusammensetzung der Juraformation so auffallende Abweichungen zu erkennen, dass wir ihre dortigen Verhältnisse zu Ende dieses Paragraphen besonders erwähnen müssen.

Wir werden später sehen, dass die drei unteren Hauptglieder dem braunen Jura, die folgenden drei Glieder dem weissen Jura der teutschen Geologen aequivalent sind, so weit nämlich überhaupt eine Parallelisirung zwischen entlegenen Territorien der Juraformation durchgeführt werden kann.

I. *Lower Oolite*, oder untere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese Abtheilung ist es besonders, in welcher viele Glieder unterschieden worden sind, von denen manche selbst für England nur eine locale Bedeutung haben.

1. *Inferior Oolite* oder Grundoolith. Sand und Sandstein von gelber, brauner, blaulichgrauer oder grünlichgrauer Farbe, meist sehr eisenschüssig und oft reich an oolithischem Eisenerz, bisweilen glaukonitisch, nicht selten mit Concretionen eines härteren kalkigen Sandsteins, bildet in den mittleren Grafschaften, wie in Oxfordshire, Northamptonshire und Rutlandshire, die vorwaltenden Massen, zu welchen sich anderwärts unreine oolithische Kalksteine gesellen, so dass die Mächtigkeit der ganzen Etage bis 400 Fuss steigen kann. Bei Bridport, Dundry, Leckhampton und a. O. ist diese Etage sehr reich an trefflich erhaltenen Fossilien, unter denen *Terebratula spinosa* und *perovalis*, *Pecten personatus, Ostrea Marshii, Lima pectiniformis*, *Trigonia costata* und *clavellata*, *Ammonites Humphresianus* zu erwähnen sind.

In Gloucester und Somerset geht dieser Sand nach unten in grünlichblaue Mergel über, während er nach oben von grobem oolithischem Kalkstein bedeckt wird; ja, am östlichen Ende der Mendipkette erscheint nach Buckland und Conybeare unmittelbar über dem Kohlenkalkstein ein gelber oder rother, braunoolithischer Kalkstein, (*Trans. of the geol. soc.* 2. *ser. I*, 306); so wie auch in den Cotteswoldhills nach Brodie der Grundoolith grossentheils von pisolithischen oder oolithischen, oft weissen Kalksteinen gebildet wird, auf welche ein brauner, grober sandiger Kalkstein (*calcareous grit*) folgt. *Quart. Journ. of the geol. soc. I*, 220. Nach Murchison sollen sich diese Schichten von Cotteswold einerseits bis Bridport in Dorsetshire, anderseits bis Scarborough in Yorkshire verfolgen lassen. *Sil. Syst. p.* 16.

Auf der Gränze des Inferior und des Great Oolithe liegt mehrorts, zumal in der Gegend von Bath, eine über 100 F. mächtige Ablagerung von gelbem und blauem Thone mit untergeordneten Schichten von Walkerde, wes-

halb diese ganze Zwischenbildung unter dem Namen *Fullers earth* aufgeführt zu werden pflegt.

2. *Great Oolite* oder Grossoolith. Deshalb so genannt, weil er die grosse, z. Th. über 200 Fuss mächtige Haupt-Etage von oolithischem Kalkstein bildet, welcher im südlichen und mittleren England als Baustein eine vielfältige Anwendung findet. Bei Stonesfield, unweit Woodstock in Oxfordshire, kommt an der Basis des Great-Oolite ein, durch seine eigenthümlichen organischen Ueberreste berühmter Kalkschiefer, der *Stonesfieldslate* vor. Der *Bradford-clay* scheint zum Theil ein Vertreter des Great-Oolite zu sein, obgleich er auch bisweilen über ihm angetroffen wird. Der *Forest-marble* ist ein grauer oder blaulicher, sehr fossilreicher Kalkstein, welcher in einem kalkigen Sandsteine liegt. Der *Cornbrash* endlich, welcher die untere Abtheilung beschliesst, besteht aus kalkigem Sandsteine, aus lockerem, graulichblauem Kalksteine und aus Thon. Im Allgemeinen möchten etwa *Nucleolites clunicularis*, *Terebratula digona*, *T. biplicata*, *T. concinna*, *Ostrea costata*, *O. Marshii*, *Pholadomya Murchisoni* und *Ammonites Herweyi* als einige besonders charakteristische Fossilien zu nennen sein.

Nach unten sind es oft graue, dichte oder feinkörnige, nach oben dagegen gelblichweisse, oolithische Kalksteine, welche den *Great Oolithe* zusammensetzen. Obwohl sie fast immer zwischen den Oolithkörnern Fragmente und Gereibsel von Conchylien enthalten, so sind sie doch ziemlich arm an wohlerhaltenen Fossilien; bei Minchinhampton in Gloucestershire haben sich jedoch zahlreiche und schön erhaltene Formen gefunden. Die Schichten des Great Oolite sind zuweilen mit einer ausgezeichneten transversalen Plattung versehen, welche um so auffallender wird, weil sie oft nur einzelne Schichten betroffen hat, oder auch von einer Schicht zur andern ihre Richtung verändert.

Der Stonesfieldschiefer wurde sonst weit höher aufwärts versetzt, bis Lonsdale seine richtige Stellung erkannte*). Nach neueren Untersuchungen von Brodie hat er, ungeachtet seiner geringen Mächtigkeit, eine weit grössere Verbreitung, als man früher glaubte, indem er sich mit ziemlich gleichen Eigenschaften bis in die Gegend von Cheltenham verfolgen lässt, wo er in den Cotteswoldhills über 50 engl. Quadratmeilen ausgedehnt ist; auch bei Grantham und Stamford in Lincolnshire, so wie bei Collyweston in Northamptonshire erscheint er wiederum, was z. Th. schon früher bekannt war. In allen diesen Gegenden ist es ein sehr dünnschichtiger, fast schieferiger, etwas oolithischer Kalkstein, welcher in vielen Steinbrüchen gewonnen wird, und z. Th. so dünne Tafeln liefert, dass sie wie Dachschiefer zum Decken der Dächer benutzt werden. Bei Stonesfield ist er besonders reich an vielerlei Fossilien, unter denen namentlich viele Abdrücke von Farnen und Cycadeen,

*) *Proceedings of the geol. soc. I*, 414, und *Fossil Flora of Great Britain*, *III*, *p*. 61.

Insekten, Ueberreste von *Pterodactylus* und, als vorzüglich merkwürdig, Kinnladen von einigen didelphysartigen Säugethieren zu erwähnen sind.

Auch der Bradfordthon, welcher in Wiltshire bis 60 Fuss mächtig ist, während er anderwärts gänzlich vermisst wird, enthält viele und sehr gut erhaltene Fossilien, unter denen namentlich die zahlreichen Ueberreste von *Apiocrinus rotundus* bekannt sind, dessen Wurzelstöcke da, wo der Thon dem Great-Oolite aufliegt, auf der Oberfläche des letzteren noch festsitzen.

Der Forestmarble, deshalb so genannt, weil seine mit zahlreichen Conchylien erfüllten Schichten z. Th. einen Lumachellmarmor liefern, und besonders im Whichwoodforste in Oxfordshire vorkommen, erscheint meist in plattenförmigen und selbst schieferigen Schichten, welche durch Thonlagen abgesondert, nach oben und unten aber von kalkigem Sandstein begränzt werden. Er ist ein blaulichgrauer oolithischer Kalkstein, voll dunkler gefärbter Conchylien, und scheint im südlichen England den Great-Oolite zu vertreten.

Der Cornbrash stellt gewöhnlich einen lockeren, schüttigen, daher nur selten als Baustein brauchbaren Kalkstein von grauer Farbe dar, dessen dünne Schichten durch Thonlagen getrennt werden.

II. *Middle Oolite*, oder mittlere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese, durch einen grossen Theil von England verbreitete Abtheilung lässt besonders zwei Etagen, den Oxfordthon und den Coral-Rag unterscheiden.

3. *Oxford clay* und *Kellowayrock*. Von Weymouth bis nach Scarborough besteht diese, stellenweise über 500 Fuss mächtige Etage vorwaltend aus einem dunkel blaulichgrauen, sehr zähen, etwas kalkhaltigen und daher mit Säuren aufbrausenden Thone, welcher oft reich an Eisenkies und Gypskrystallen ist, auch Nieren und Septarien von mergeligem Kalkstein, und untergeordnete Schichten eines sehr bituminösen und kohligen Schieferthons enthält. An seiner Basis erscheint ein Kalkstein, der sogenannte Kellowayrock, welcher bei Kelloway in Wiltshire fast nur aus Ammoniten besteht, dort nur einige wenige, in Yorkshire aber bis 30 Fuss mächtig ist. Vorzüglich charakteristische Formen sind *Gryphaea dilatata*, *Pecten fibrosus*, *Cerithium muricatum*, *Ammonites Lamberti*, *A. Jason*, *A. macrocephalus*, *A. cordatus*, u. a.

Dieser Oxfordthon ist reich an organischen Ueberresten, zumal von Ammoniten und Belemniten, welche erstere meist verkiest als Steinkerne, bisweilen aber auch mit wohl erhaltener Schale vorkommen, wie namentlich bei Chippenham in Wiltshire, wo durch die Einschnitte der Great-Western-Eisenbahn Conchylien von wunderbarer Schönheit gewonnen worden sind.

4. *Coral-Rag* und *Calcareous grit*. Eine nach oben kalkige, nach unten sandige Etage von 100 bis 200 Fuss Mächtigkeit, welche zumal in Wiltshire und Berkshire, aber auch noch in Yorkshire ein mächtiges vorweltliches Korallenriff umschliesst, dem sie ihren Namen zu verdanken

hat. Ausser den Korallen dürften einige Species von *Nerinea*, *Melania Heddingtonensis* und *striata*, *Hemicidaris crenularis*, *Discoidea depressa* als besonders bezeichnend gelten.

Nach Conybeare und Phillips bestehen die untersten Schichten aus gelbem mehr eisenschüssigem, mit vielen Kalktheilen gemengtem Quarzsande, welcher Nieren eines kalkigen Sandsteins enthält, in denen schöne Versteinerungen vorkommen. Dann folgt der eigentliche, oft nur von Korallen, zumal von Asträen, Mäandrinen und Caryophyllien gebildete Coralrag, und endlich ein ziemlich dichter, oft oolithischer, gelblichweisser, mächtig geschichteter und dabei transversal zerklüfteter, an Conchylienfragmenten reicher Kalkstein.

III. *Upper Oolite*, oder obere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese Abtheilung ist fast nur im südlichen Theile des Landes, in Berkshire, Wiltshire und Dorsetshire zur Ausbildung gelangt.

5. *Kimmeridge-clay*. Ein dunkel blaulichgrauer bis gelblichgrauer Schieferthon, oft reich an Gypskrystallen und an Eisenkies, auch an mancherlei Fossilien, unter denen besonders *Ostrea deltoidea* und *Exogyra virgula* sehr charakteristisch sind. An der Südküste, auf der Halbinsel Purbek, erreicht diese Bildung eine Mächtigkeit von 600 Fuss, während sie bei Oxford nur noch 100 F. dick ist.

Zuweilen ist dieser Schieferthon sehr bituminös, so dass er bei Kimmeridge sogar als Feuermaterial benutzt wird; im Allgemeinen aber ist er sehr fein, oft spaltbar in grosse Platten, und mehr oder weniger kalkhaltig, daher mit Säuren oft aufbrausend. Durch Zersetzung des Eisenkieses und der Muschelschalen wird die Bildung von Gypskrystallen noch fortwährend unterhalten.

6. *Portlandstone*. Dieses Schlussglied der englischen Juraformation besteht hauptsächlich aus Kalksteinen, welche theils als gelblichgraue erdige, bisweilen fast kreideähnliche, theils als weisse, feine oolithische Kalksteine erscheinen, und besonders durch *Exogyra virgula*, *Ammonites triplicatus*, *Trigonia gibbosa* und *Pecten lamellosus* ausgezeichnet sind. Die Mächtigkeit beträgt 120 Fuss.

Die schönen oolithischen Kalksteine werden zumal auf der Halbinsel Purbeck in vielen Steinbrüchen gewonnen und weit verschifft; die bedeutendsten Gebäude von London sind aus ihnen erbaut. In Wiltshire und Dorsetshire sind die unteren Schichten oft sehr sandig und reich an Glaukonitkörnern (*Portland-sand*); die mittleren, sehr muschelreichen Schichten wechseln nach oben mit Hornsteinlagen; die obersten und letzten Schichten sind es besonders, welche aus fein oolithischem Kalkstein bestehen.

Auffallend verschieden ist die Ausbildung der englischen Juraformation im nördlichen Theile des Landes, namentlich in Yorkshire, von wo sie durch Phillips ausführlich beschrieben wurde*). Ihre

*) *Illustrations of the Geology of Yorkshire, I, 2. ed. p.* 8 ff.

dortige Ausbildungsweise gewinnt aber deshalb ein ganz besonderes Interesse, weil solche in der unteren Abtheilung eine gewisse Aehnlichkeit mit jener der teutschen Juraformation, und zugleich eine steinkohlenführende Bildung erkennen lässt. Dasselbe ist auch hoch oben in Schottland bei Brora der Fall.

1. Untere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Bei fast 800 Fuss Mächtigkeit besteht sie dort sehr vorwaltend aus Sandstein und Schieferthon, mit vielen Pflanzenresten und mit Flötzen von Steinkohle; doch erscheint im oberen Dritttheil ihrer Höhe ein 30 Fuss, und zuletzt, als Schlussstein der ganzen Abtheilung, ein 6 Fuss mächtiges System von unreinen, oolithischen Kalksteinen, welche die Fossilien des Great Oolite und Cornbrash enthalten, wodurch denn auch die wahre bathrologische Stelle der Sandsteine bestimmt wird. Die tiefsten, etwa 60 Fuss mächtigen, sehr eisenschüssigen Sandsteine, welche Phillips als Dogger aufführt, sowie die darüber liegende erste Etage des kohlenführenden Sandsteins entsprechen dem Inferior Oolite in den südlichen Theilen des Landes, während der obere kohlenführende Sandstein und die beiden ihn einschliessenden Kalksteine als das Aequivalent des Great Oolite zu betrachten sind.

Phillips giebt folgende Beschreibung dieser Abtheilung, in welcher er fünf Glieder unterscheidet.

a. Dogger; er liegt unmittelbar auf dem Lias, und hat eine sehr wechselnde Gesteinsbeschaffenheit; im Allgemeinen ist es ein kalkiger und eisenschüssiger Sandstein, welcher oft Nester von Eisenstein, Kalkstein und rothem Thon umschliesst, und stellenweise reich an Conchylien ist, während er anderwärts frei davon erscheint. Mächtigkeit 60 Fuss.

b. Unteres kohlenführendes Glied. Dasselbe besteht nach unten vorwaltend aus Schieferthon mit einigen Schichten von weissem Sandstein, und schmalen unregelmässigen Flötzen einer schlechten Kohle. Die Pflanzenreste einer der unteren Schichten sind vorzüglich Cycadeen und Farne; weiter aufwärts finden sich Equisetiten oft in aufrechter Stellung. Nach oben walten die Sandsteine in grosser Mächtigkeit vor, und enthalten noch ein Kohlenflötz, welches an mehren Orten abgebaut wird. Mächtigkeit 500 Fuss.

c. Kalkstein; nach unten oolithisch, nach oben schieferig fast wie der Kalkschiefer von Stonesfield. Mächtigkeit 30 Fuss.

d. Oberes kohlenführendes Glied. Ganz ähnlich dem unteren, nur liegen die Sandsteine mehr nach unten, die Schieferthone nach oben, auch sind die Pflanzenreste verschieden, obwohl immer noch vorwaltend Cycadeen und Farne. Mächtigkeit 200 Fuss.

e. Kalkstein; ähnlich dem Kalkstein c, an wenigen Puncten deutlich entblöst, und aequivalent dem Cornbrash; nur 6 F. mächtig.

2. Mittlere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Sie entspricht sowohl nach ihren Gesteinen, als nach ihrer Gliederung und nach ihren Fossilien sehr wohl der gleichnamigen Abtheilung im mittleren England, lässt also besonders den Oxfordthon und den Coralrag als Hauptglieder unterscheiden.

Der Kellowayrock erscheint oft bis 30 Fuss mächtig mit seinen bezeichnenden Fossilien; über ihm breitet sich der sehr gut charakterisirte Oxfordthon aus. Hierauf folgt der Coralrag oder Coralline Oolite, wie ihn Phillips nennt, mit seinen Korallen, Echiniden und anderen Fossilien, getragen und bedeckt von kalkigen Sandsteinen, dem *lower* und *upper calcareous grit.* Alle diese Schichten sind innig mit einander verbunden, und gehen in einander über.

3. Obere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Sie wird nur theilweise durch eine Thonablagerung im Thale von Pickering vertreten, welche dem Kimmeridgethone aequivalent ist.

Aehnlich wie in Yorkshire sind die Verhältnisse bei Brora in Sutherland, wo jedoch die Kohlenflötze eine grössere Bedeutung gewinnen, indem eines derselben über 3 Fuss mächtig ist. Die Sandsteine sind theils gelb, theils weiss, und werden am Braambury- und Hare-Hill in sehr bedeutenden Steinbrüchen gewonnen. Die Pflanzenreste sind dieselben, wie in Yorkshire, während die über dem Kohlenflötze vorkommenden Conchylien mit denen des Great Oolite und Kellowayrock übereinstimmen. Dagegen wird der Sandstein von Kalkstein überlagert, dessen Fossilien jenen des untern Coralrag entsprechen. Sehr interessant ist der von Robertson gegebene und von Murchison bestätigte Nachweis des Vorkommens von Süsswassermuscheln in dem, das oberste Kohlenflötz unmittelbar unterteufenden Schieferthone. Diese Muscheln gleichen völlig denen der Wealdenformation, und bestätigen also die Richtigkeit der Ansicht, dass diese Formation naturgemäss noch in den Bereich der jurassischen Formationsgruppe gehört. *Proceed. of the geol. soc. IV*, 173 und *Quart. Journ. of the geol. soc. III*, 113. — Nach den Beobachtungen von Bean und Williamson kommen auch in Yorkshire in der Nähe der Kohlenflötze Ueberreste von Unio und Cypris, gleichsam als Präludien der Wealdenformation vor*).

Noch mag erwähnt erwähnt werden, dass auch auf den Inseln Sky und Mull ähnliche Schichten der Juraformation bekannt sind, wie bei Brora, welche auf Sky eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen, und stellenweise Kohlenflötze umschliessen.

*) Interessant ist es, dass sich nach Rouville ähnliche Verhältnisse im südlichen Frankreich wiederholen, wo auf dem Plateau de la Cavalerie bei Lodève im unteren Jura ein kohlenführendes Schichtensystem vorkommt, dessen Schieferthone Ueberreste von *Paludina*, *Cyrene* und *Mytilus* enthalten; Rouville verweist auf die Analogie mit der Wealdenbildung, welche sich hier schon in dem Niveau des Oxfordthons verkündet.

A. Braune Juraformation.

§. 409. *Gesteine der braunen Juraformation.*

Nachdem wir im vorhergehenden Paragraphen die classische Juraformation Englands, und damit die eigentliche Grundlage kennen gelernt, auf welcher sich unsere Kenntnisse von dieser Formation überhaupt entwickelt haben, so verschreiten wir jetzt zu einer allgemeineren Betrachtung derselben in ihren beiden von Leopold v. Buch aufgestellten Haupt-Abtheilungen, dem braunen und dem weissen Jura*), welche jedenfalls mit noch weit grösserem Rechte zwei verschiedene Formationen repräsentiren, als z. B. der Buntsandstein und der Muschelkalk.

Der braune Jura begreift in der Hauptsache diejenigen Etagen der ganzen Juraformation, welche in England unter dem Namen *Inferior Oolite*, *Great Oolite* und *Oxfordclay* unterschieden worden sind, oder auch diejenigen, welche Alcide d'Orbigny als *étage bajocien*, *bathonien* und *callovien* aufgestellt hat. Ihre Gesteine sind zwar sehr manchfaltig, doch behaupten die Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine einen so vorwaltenden Charakter, dass die übrigen Gesteine nur einer beiläufigen Erwähnung bedürfen. Als interessante, und auch in technischer Hinsicht wichtige, obwohl nur untergeordnete Materialien sind besonders oolithische Eisenerze und Steinkohlen hervorzuheben.

1. Sandsteine.

Die braune Jura- oder Doggerformation wird nicht nur sehr häufig mit Sandstein eröffnet, sondern sie besteht auch oftmals in ihrer unteren Hälfte fast nur aus Sandsteinen, welche daher einen wesentlichen Antheil an ihrer Zusammensetzung haben. Nord-England und Schottland, Teutschland, Polen, Russland und Sibirien, Portugal und Spanien, Ostindien und Australien sind diejenigen Länder, in welchen die Sandsteine mehrorts eine grosse Bedeutung erlangen. Unter den sehr verschiedenen Varietäten dürften besonders folgende als die wichtigsten hervorzuheben sein.

*) Indem wir uns mit Quenstedt, Fraas u. A. einstweilen noch dieser Ausdrücke bedienen, erinnern wir nochmals daran, dass Leopold v. Buch in seiner herrlichen Arbeit über den Jura die Namen schwarzer, brauner und weisser Jura nur für den teutschen Jura vorgeschlagen, und dagegen den von ihm gebrauchten Namen unterer, mittler und oberer Jura, „welche gar keine Beziehung auf die wandelbare mineralogische Beschaffenheit der Schichten, sondern nur auf ihre Lagerung haben" einen allgemeineren Werth zuerkannt hat.

a. Vielfarbige, eisenschüssige Sandsteine. Braunrothe, oder braune und gelbe, oder auch dunkel blaulichgraue bis grünlichgraue, selten weisse, meist thonige oder mergelige, oft mit oolithischem Eisenerz erfüllte Sandsteine, welche bald hart und consistent, bald mürbe und fast zerreiblich sind, oder geradezu in losen Sand übergehen. Sie umschliessen nicht selten Nester, kleine Stöcke und untergeordnete Schichten von Thon, Schieferthon und Kalkstein, auch von oolithischem Eisenerz, welches letztere besonders in den sehr thonigen Sandsteinen oder in den eingeschichteten Thonen und Schieferthonen vorzukommen pflegt. Bisweilen sind sie auch glaukonitisch, wie die Sande und Sandsteine der Kreideformation, (Oxfordshire und Koroschowo bei Moskau); mitunter halten sie verkohlte Holzstücke, sehr selten Bernstein, (Porta Westphalica). Diese Sandsteine sind sehr verbreitet, und bilden in vielen Ländern die Basis oder das erste Glied der ganzen Juraformation.

b. Braune feinkörnige Sandsteine. Solche Sandsteine sind es, welche besonders in Schwaben und Franken, aber auch in Polen u. a. Ländern eine recht bedeutende Rolle spielen, und eigentlich den Namen braune Juraformation veranlasst haben. Sie sind meist sehr feinkörnig, weich, erhärten aber an der Luft, liefern daher einen brauchbaren Baustein, und verdanken ihre gleichmässig gelblichbraune bis dunkel ockergelbe Farbe einer Beimengung von Eisenoxydhydrat, welches nicht selten auf den Fugen und Klüften, oder auch mitten innerhalb des Gesteins als dichtes, sandiges Brauneisenerz concentrirt ist. Durch Aufnahme von kohlensaurem Kalk werden sie lichter gefärbt, härter und vermitteln allmälige Uebergänge in Kalkstein.

c. Dunkelgraue Sandsteine. Im nordwestlichen Teutschland, zumal in der Weserkette von Lübbecke bis Bramsche, erscheinen nach Hoffmann sehr vorwaltend dunkelgraue feste Sandsteine, welche oft den Grauwacken und Quarziten der Uebergangsformation recht ähnlich werden. Auch bei Brora und auf der Insel Sky kommen nach Murchison und v. Dechen ausser den herrschenden weissen Sandsteinen auch graue und zum Theil fast schwarze Sandsteine vor.

d. Weisse Sandsteine. In Yorkshire, bei Brora und auf der Insel Sky bilden weisse oder doch hellfarbige Sandsteine ein sehr vorwaltendes Glied der braunen Juraformation. Sie sind oft recht kieselig und z. Th. quarzitähnlich, zeigen nicht selten die Erscheinung der discordanten Parallelstructur, und sollen auf Sky bis 1000 Fuss Mächtigkeit erlangen. Auch im Sandomirer Districte in Polen so wie in der Gegend von Moskau kennt man weisse Sandsteine.

2. Thone und Schieferthone.

Die thonigen Gesteine gewinnen in der unteren Juraformation eine grosse Bedeutung, und bedingen durch ihre Weichheit und leichte Zerstörbarkeit ganz vorzüglich die an der Erdoberfläche hervortretende Abtheilung derselben in verschiedene Etagen. Es sind theils sehr homogene, zähe und fette Thone und Letten, theils Mergelthone mit bedeutendem Gehalte an kohlensaurem Kalk, theils Schieferthone, meist von blaulich-

grauer bis graulichschwarzer, bisweilen von gelber oder brauner Farbe. Die Walkerde der Juraformation gehört gleichfalls hierher.

Zu diesen thonigen Etagen gehören z. B. der Bradfordthon, die Walkerde und der Oxfordthon in England, die Argiles de Dives in Frankreich und viele, in anderen Ländern vorkommende Schichtensysteme. In Russland sind, von der Petschora bis über Moskau und Simbirsk, dunkelgraue bis schwarze Thone und Schieferthone sehr verbreitet; sie bilden dort die Niederlagen der wunderschönen Fossilien, welche eine Zierde aller Sammlungen geworden sind. Auch die Sandstein-Etagen der Formation enthalten häufig untergeordnete Schichten von Thon oder Schieferthon.

Die Ueberreste der Mollusken erscheinen in diesen thonigen Etagen theils als ziemlich gut erhaltene oder durch Eisenkies petrificirte Schalen, theils und besonders häufig als verkieste aber in Brauneisenerz umgewandelte Steinkerne. Auch gehören Krystallgruppen und Knollen von Eisenkies, Nieren von Sphärosiderit, Thoneisenstein oder thonigem Kalkstein, oftmals als Septarien ausgebildet und reich an Versteinerungen, zu den ganz gewöhnlichen Vorkommnissen mancher dieser Thon- und Schieferthon-Ablagerungen. Innerhalb der kalkigen Thone sind bisweilen vollständige Gypskrystalle zur Ausbildung gelangt, welche noch gegenwärtig durch die Zersetzung der Eisenkiese gebildet zu werden scheinen. Der oft bedeutende Gehalt an kohlensaurem Kalke ergiebt sich daraus, dass diese Thone in Säuren aufbrausen und theilweise aufgelöst werden.

3. Mergel und Mergelschiefer.

An die thonigen Gesteine schliessen sich, als Verbindungsglieder zwischen ihnen und den eigentlichen Kalksteinen, Mergel und Mergelschiefer an, welche zwar minder häufig vorkommen, dennoch aber in einigen Gegenden, wie z. B. im nordwestlichen Teutschland, so wie nach Fromherz im Breisgau, nach Thurmann bei Bruntrut im Kanton Bern (als *marnes oxfordiennes*) und nach Huot in der Krimm nicht unbedeutende Schichtensysteme bilden.

4. Kalksteine.

Wie in einigen Ländern Sandsteine, so erscheinen in anderen Ländern Kalksteine als die vorwaltenden Materialien der braunen Juraformation. Der petrographische Habitus derselben ist ausserordentlich verschieden, so dass sich eine grosse Anzahl von Varietäten herausstellt, deren Unterscheidung immer nur für einzelne Territorien von Wichtigkeit sein kann.

Bald sind es oolithische, bald dichte oder krystallinische, bald fast reine, bald sehr thonige, bald weisse oder hellfarbige, bald graue oder dunkelfarbige, bald dickschichtige, bald plattenförmige und selbst schieferige Kalksteine, denen wir in der braunen Juraformation begegnen. Obgleich sie nun keinesweges immer als oolithische Kalksteine ausgebil-

det sind, so lässt sich doch nicht läugnen, dass schon in dieser Abtheilung der jurassischen Formationsgruppe die oolithische Structur häufiger angetroffen wird, als in irgend einer der älteren oder jüngeren Formationsgruppen, und dass sie daher gewissermaassen als charakteristisch für die braune wie für die weisse Juraformation gelten kann. Die weissen oolithischen Kalksteine des braunen Jura sind petrographisch nicht auffallend verschieden von denen des weissen Jura; die grauen und gelben Varietäten aber erscheinen häufig dadurch charakterisirt, dass ihre Oolithkörner sehr reich an Eisenoxydhydrat, und daher braun gefärbt sind.

Man hat dergleichen Kalksteine Eisenoolithe*) genannt, und sie bilden in der That eine so häufig vorkommende Erscheinung, dass Quenstedt sie als recht bezeichnend für die braune Juraformation hervorhebt. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 324 und 359. Dieser Unterschied der braunoolithischen und der weissoolithischen Kalksteine ist also bei der Beschreibung von Juraschichten nicht zu vernachlässigen, da er in vielen Gegenden eine bathrologische Bedeutung gewinnt, obgleich auch in der braunen Juraformation Ablagerungen von weissoolithischen Kalksteinen vorkommen.

Von Accessorien erscheinen in manchen der Kalksteine, ausser Kalkspath, besonders häufig Lagen, Knollen, Adern und andere Concretionen von Hornstein oder Chalcedon.

Ueber einige der wichtigeren Kalkstein-Varietäten mögen noch folgende Bemerkungen Platz finden.

a. Braunoolithische Kalksteine; (*Oolithes ferrugineux.*) In England ist nach Conybeare der Inferior Oolite von dem darauf folgenden Great Oolite sehr gewöhnlich durch die aus Brauneisenerz bestehenden Oolithkörner unterschieden; eben so verhält sich in Frankreich der untere Oolith bei Bayeux in der Normandie, bei Fontenay in der Vendée, und bei Conlie im Dép. der Sarthe. Quenstedt macht auf das Vorkommen der Eisenoolithe nicht nur in der unteren, sondern auch in der oberen Etage der braunen Juraformation Würtembergs aufmerksam, und Fromherz gedenkt ihrer aus denselben Etagen im Jura des Breisgau.

b. Weissoolithische Kalksteine. Sie sind da, wo sie vorkommen, gewöhnlich mehr an die mittlere und obere Abtheilung der Formation gewiesen, und erscheinen so z. B. in England als Great Oolite besonders ausgezeichnet in der Gegend von Bath; ähnlich bei Cheltenham, wo sie z. Th. so weich sind, dass sie mit der Säge bearbeitet werden können; häufig sind sie auch in der Normandie und in vielen anderen Gegenden Frankreichs, im nordwestlichen Teutschland u. s. w. — Die Oolithkörner, welche oft wie abgeriebene kleine Muschel-Fragmente erscheinen, sind bald fest in einem dichten, bald nur locker in einem mergeligen oder porösen Kalkstein

*) Die also nicht etwa mit dem oolithischen Eisenerze zu verwechseln sind.

eingewachsen. Wenn sie grösser und vollkommen rund sind, so werden die sie umschliessenden Kalksteine wohl auch als pisolithische Kalksteine aufgeführt. Nach Ehrenberg sollen die Oolithkörner vieler solcher Kalksteine von organischen Körpern (Foraminiferen) abstammen, was auch durch Schafhäutl's Beobachtungen bestätigt worden ist. Ausserdem enthalten diese Kalksteine zwar häufig Fragmente und Detritus von Muscheln und Schnecken, aber selten vollständige und deutlich erhaltene Exemplare. Ihre Schichten sind bald mächtig, und dann zuweilen mit einer transversalen plattenförmigen Absonderung versehen*), bald schmal, plattenförmig oder selbst schieferig. Solche schieferige oolithische Kalksteine sind es, welche in England bei Stonesfield, Collyweston u. a. O. eine recht ansehnliche Verbreitung gewinnen; ähnliche finden sich bei Bruntrut im Kanton Bern, wo sie nach Thurmann dem englischen Cornbrasch entsprechen sollen. Auch der Forestmarble Englands ist ein meist plattenförmiger und schieferiger, in seiner Grundmasse grauer, aber mit weissen Oolithkörnern versehener Kalkstein.

c. Krinoidenkalksteine. Dergleichen fast nur aus zahlreichen, in Kalkspath umgewandelten Krinoidengliedern bestehende Kalksteine erscheinen auch hier und da in der braunen Juraformation, und sind immer durch eine krystallinisch grobkörnige Textur ausgezeichnet. Man kennt sie z. B. bei Aubenas und Nontron (Dordogne), bei Ranville (Calvados), in der Krimm und anderwärts.

d. Dichte Kalksteine. Sie sind theils hellfarbig, theils dunkelfarbig. Weisse oder hellgelbe Kalksteine von muscheligem oder feinsplitterigem Bruche, oft von Kalkspathadern durchschwärmt, kommen z. B. in der Gegend von Basel, bei Montpellier und Cette, in den Departements der Sarthe und der Deux-Sèvres vor. Bei Mauriac unweit Villeneuve ist es ein dichter sehr schieferiger Kalkstein, welcher die ganze Gegend bildet und grosse Platten liefert, die zum Dachdecken gebraucht werden. — Blaulichgraue thonige Kalksteine, oft ganz ähnlich den gewöhnlichen Kalksteinen der Liasformation, sind in Schwaben sehr gewöhnlich, und gehen durch Aufnahme von braunen Oolithen in oolithische Kalksteine über; auch der Cornbrash in England und im Dép. der oberen Saône**) gehört hierher. Schwärzlichgraue und selbst schwarze Kalksteine kommen bei Aix und im Dép. der Basses Alpes als sehr vorwaltende Gesteine der braunen Juraformation vor.

e. Lumachellkalksteine. Manche Kalksteine des braunen Jura erscheinen als Aggregate von versteinerten Conchylien oder von Muschelfragmenten, welche gewöhnlich durch dichten oder porösen Kalk verbunden sind; so

*) Nach Alcide d'Orbigny kommt an der Küste der Normandie, zwischen Port-en-Bessin und Ranville im étage bathonien ein weisser krystallinischer Kalkstein vor, welcher diese transversale Plattung in einer höchst ausgezeichneten Weise besitzt; mitten zwischen ungetheilten horizontalen Schichten liegen andere, welche durch regelmässige, 25 bis 30° geneigte parallele Klüfte in Platten getheilt sind, was sich mit grosser Beständigkeit auf weite Strecken hin verfolgen lässt.

**) Nach Ebelmen soll die blaue Farbe dieses Cornbrash von einer sehr innigen Beimengung von 0,2 p. C. Eisenbisulphuret herrühren. *Comptes rendus, t.* 33, *p.* 681.

ist z. B. der Kellowayrock Englands ein fast nur aus Ammoniten und anderen Conchylien bestehender Kalkstein, und ähnliche, wesentlich aus ganzen oder zerbrochenen Muscheln gebildete Gesteine sind auch in anderen Gegenden bekannt.

5. **Dolomit.** Ein in der braunen Juraformation nur selten vorkommendes Gestein ist Dolomit, während derselbe in der weissen Juraformation oft eine recht bedeutende Rolle spielt.

Im südlichen Frankreich, am Ufer des Aveyron bei Bruniquel, beginnt die Juraformation nach Dufrénoy mit einem Dolomite, der fast ganz ungeschichtet ist, in schroffen Felswänden aufragt, und viele Höhlen umschliesst. Eben so liegen bei Nontron über dem eisenerzreichen Sandsteine harte, feinkörnige, porose und cavernose, dabei aber sehr regelmässig geschichtete Dolomite, welche sich zwei Stunden weit ununterbrochen verfolgen lassen. Auch bei Ruffigny in der Gegend von Poitiers hält der kieselige Kalkstein sehr regelmässige Schichten von Dolomit, welche bei Marie gleichfalls vorkommen, und von dort 3 Stunden weit bis Saint-Benoist fortziehen. *Mém. pour servir etc. I, p.* 385 und 394.

6. **Oolithisches Eisenerz.** Diese in ganz kleinen linsenförmigen Körnern ausgebildeten, dunkelrothbraunen Eisenerze, für welche, wie Quenstedt sehr richtig bemerkt, das Prädicat oolithisch eigentlich nicht recht bezeichnend ist*), spielen in der ganzen braunen Juraformation eine so wichtige Rolle, dass Alexander Brongniart sie als eine besonders hervorstechende Eigenthümlichkeit derselben bezeichnete. Namentlich sind es die thonigen Sandsteine, die Thone und Schieferthone, in denen dieses Eisenerz sehr häufig in der Form von Nestern, Stöcken und Lagern auftritt, welche bei hinreichender Mächtigkeit und Verbreitung einen wichtigen Bergbau und Hohofenbetrieb bedingen. Fast überall, wo diese untere Juraformation zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt ist, in Teutschland wie in England, in Frankreich wie in Russland (Popilani), hat man dergleichen Ablagerungen von oolithischem Eisenerz kennen gelernt, welche auch ein grosses paläontologisches Interesse gewähren, weil sie gewöhnlich reich an wohlerhaltenen organischen Ueberresten sind.

In Würtemberg kennt man bei Aalen 5 Flötze, welche dem braunen Jurasandstein nach oben eingelagert sind, und von denen das tiefste und mächtigste 7 Fuss stark ist; von Aalen lassen sie sich bis in die Nähe des Hohenstaufen und bis nach Boll verfolgen. Im Dép. der oberen Saône kommen dergleichen

*) Er will sie lieber pulverförmige Rotheisenerze nennen, indem er die Körner mit denen des feinen Schiesspulvers vergleicht. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 297.

Flötze sowohl nach unten im Inferior Oolite, als auch nach oben im Oxfordthone vor, und bedingen dort gleichfalls eine sehr bedeutende Eisenproduction. Und so finden sich diese Erze fast überall bald in einem tieferen, bald in einem höheren Niveau. In dem Aalener Erzlager kommen nach Quenstedt Kugeln von mehren Zoll Durchmesser vor, welche von der übrigen Masse nicht wesentlich verschieden aber doch deutlich abgesondert sind.

7. Sphärosiderit und Thoneisenstein. Beide diese Erze finden sich besonders häufig in der Form von Nieren innerhalb der Thon- und Schieferthon-Ablagerungen, wo sie zuweilen in solcher Menge und Grösse vorkommen, dass sie gleichfalls zur Production von Eisen benutzt werden. Der Thoneisenstein bildet auch in seltenen Fällen stetig fortsetzende Lager.

So erwähnt Quenstedt aus Würtemberg ein fussmächtiges Thoneisensteinflötz, welches nahe an der oberen Gränze des braunen Sandsteins liegt, und viele Mergelbrocken mit berggrünem Thonanfluge umschliesst. Eine ganz besondere Wichtigkeit erlangt der Thoneisenstein nach v. Oeynhausen und v. Carnall in Oberschlesien und im angränzenden Polen, wo die aus dunkelgrauem Thone bestehende untere Etage des braunen Jura eine erstaunliche Menge flach ellipsoidischer Eisenstein-Nieren bis zu 2 Fuss Durchmesser enthält, welche lagenweise aneinandergereiht in verschiedenen Niveaus vorkommen, und eine äusserst bedeutende Eisenproduction bedingen; (Panki). Sie enthalten oft wunderschöne Ammoniten und andere Conchylien (besonders *Ammonites Parkinsoni* und *Pholadomya Murchisoni*), und sind über einen Raum von vielen Quadratmeilen so allgemein vorhanden, dass man den sie einschliessenden aus Thon und unterliegendem Sande bestehenden Schichtencomplex das Oberschlesische Thoneisensteingebirge zu nennen pflegt. Nach v. Carnall's und Beyrichs Untersuchungen bildet es wirklich die untere Etage der dortigen Juraformation. Bergmännisches Taschenbuch für 1844, sowie Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1844, S. 57. Früher gab v. Oeynhausen eine ausführliche Schilderung dieses, damals noch für diluvial gehaltenen Thoneisensteingebirges, in seinem Versuche einer geogn. Beschr. von Oberschlesien S. 364 ff.

8. Steinkohlen. Wir haben bereits oben gesehen, dass die braune Juraformation in Yorkshire, bei Brora und auf Sky als eine kohlenführende Formation ausgebildet ist. Dieselbe Eigenschaft kommt ihr aber auch noch in manchen anderen Ländern zu, wo die Kohlenflötze zum Theil in noch grösserer Anzahl und Mächtigkeit erscheinen, wie diess z. B. in Polen und Russland, in Portugal, Sibirien, Ostindien und Australien, vielleicht auch in Virginien in Nordamerika der Fall ist. Da solche Kohlenführung, mit seltener Ausnahme, an die Sandstein-Etagen der Formation gewiesen ist, so verdienen diese psammitischen Gebirgsglieder da, wo sie mächtiger auftreten, die besondere Aufmerksamkeit. Al. Brongniart nannte diese Steinkohle der Juraformation Stipit, und

erklärte sie für eine Cycadeenkohle, weil sie vorzüglich von Cycadeenresten begleitet zu werden pflegt.

Nach D. Sharpe ist in Portugal die braune Juraformation in der Serra von Monte Junto bis an den Mondego recht entwickelt. Am Cap Mondego liegt auf einem sehr mächtigen Systeme von dünnschichtigem, blaulichem Kalkstein mit *Ammonites anceps*, *A. Bakeriae*, *A. discus*, *A. hecticus*, *A. Humphresianus*, *A. macrocephalus* u. a. unterjurassischen Fossilien ein aus Mergel, Sandstein und Kalkstein bestehendes Schichtensystem, welches 6 Kohlenflötze von 10 Fuss summarischer Mächtigkeit und Pflanzenreste umschliesst, die in Yorkshire gleichfalls bekannt sind. Darüber folgen sehr mächtige Sandsteine und Kalksteine, welche noch unterjurassische Fossilien enthalten. *The Quart. Journal of the geol. soc. VI*, *p.* 159.

Auch an der Strasse von Gibraltar scheinen ähnliche Schichten vorzukommen. Nach James Smith ist das vorwaltende Gestein, auf der europäischen wie auf der afrikanischen Seite, ein gelblichbrauner Sandstein, zu welchem sich Kalkstein, Schieferthon und Steinkohlenflötze gesellen. Leider sind die Fossilien so selten, dass sich das Alter dieser Schichten schwer bestimmen lässt; doch kommen im Kalksteine Terebrateln vor, welche jurassisch zu sein scheinen. Nach Drummond Hay finden sich auch auf der afrikanischen Seite Anzeigen von Steinkohle. *The Quart. Journ. II*, *p.* 41.

Die vorhin erwähnte Oberschlesische Thoneisensteinbildung enthält gleichfalls schwache Kohlenflötze, welche in Polen sogar stellenweise für bauwürdig befunden worden sind, und von Pflanzenresten begleitet werden, unter denen Cycadeen und besonders Coniferen von Wichtigkeit sind. Göppert, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 709. — Die Juraformation Russlands besteht an der Wolga im Gouvernement Simbirsk aus schwarzem Schieferthon und Thon, denen bei Goroditsche und Sysran Steinkohlenflötze eingelagert sind. Nach Slobin soll auch die an der Lena, von Jakuzk bis an ihre Mündung, anstehende Formation, in welcher weit ausgedehnte, aber nicht über fussmächtige Kohlenflötze vorkommen, der Juraformation angehören. Erman's Archiv, III, 165.

Dagegen ist es wohl gewiss, dass die Kohlenformation von Burdwan und Cutsch in Ostindien, so wie wahrscheinlich, dass der obere Theil des kohlenführenden Schichtensystems in Australien und auf Vandiemensland der Juraformation angehört, obwohl dieses letztere von der wahren Steinkohlenformation unterteuft wird. In Cutch besteht diese jurassische Kohlenformation aus Sandstein und Schieferthon mit einigen schmalen Kohlenflötzen; der Schieferthon ist reich an Pflanzenabdrücken, meist Cycadeen und anderen, der eigentlichen Steinkohlenformation fremden Formen; obgleich also die ganze Bildung in ihren Gesteinen und ihrer Structur dem Englischen Kohlengebirge sehr ähnlich ist, so wird sie doch von Grant u. A. für ein Analogon der jurassischen Schichten in Yorkshire erklärt. Bei Burdwan, etwa 130 engl. Meilen nordwestlich von Calcutta, existirt ein ähnliches Kohlenrevier, welches schon längere Zeit bebaut wird; man kennt dort 8 Flötze, von denen das bedeutendste 4 Fuss mächtig ist; die Kohle brennt mit vieler Flamme, ist nicht backend, und wird von Eisenerz begleitet. In Australien tritt die fragliche Formation in drei Hauptbassins auf, nämlich in dem von Newcastle in Neusüdwales, und in

denen von South-Esk und Jerusalem auf Vandiemensland. Der District von Newcastle, in welchem auch Sidney liegt, zieht sich etwa 100 engl. Meilen an der Ostküste des Landes hin, ist sehr reich an Steinkohle und der Sitz eines ausgedehnten Bergbaues; die Kohlenflötze auf Vandiemensland sind weniger bedeutend. Nach den Untersuchungen von Morris und M'Coy haben die Pflanzen dieser, vorwaltend aus Sandstein und Schieferthon bestehenden Formation weit mehr einen jurassischen, als einen carbonischen Charakter, sind z. Th. identisch mit jenen von Burdwan in Ostindien, ganz analog denen von Yorkshire, und beweisen die Zugehörigkeit der Bildung zu der Juraformation. *Annals and Mag. of natural history, XX*, 1847, *p.* 308; vergl. auch Leichhardt in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 44 ff. Dagegen sind Jukes und Clarke der Ansicht, dass dieses Schichtensystem von der unterliegenden wahren Steinkohlenformation nicht getrennt werden könne, in welcher viele Pflanzen von ächt carbonischem Charakter vorkommen, und dass jene abweichenden Pflanzenformen wohl aus einer schon damals bestehenden Verschiedenheit der australischen Flora zu erklären sein dürften. *Annals and Mag. etc.* 2. *series*, *II*, *p.* 206; *Quarterly Journ. of the geol. soc. III*, 244 und *IV*, 60 ff.

Westlich von Richmond in Virginien liegt in einer Depression des Urgneisses ein Bassin, welches vom James-River durchschnitten wird, und ein gegen 3000 F. mächtiges System von Sandstein, Schieferthon nebst einigen Steinkohlenflötzen beherbergt, von denen das tiefste, auf der Südseite des James-River stellenweise 20 bis 40 Fuss mächtig, und dem Granitgneisse fast unmittelbar aufgelagert ist. Die Schieferthone wimmeln oft von kleinen Schalen, welche der *Posidonomya minuta* sehr ähnlich sind, und führen auch viele Pflanzen, unter denen Stämme von *Calamites arenaceus* am häufigsten, ausserdem aber noch besonders *Equisetites columnaris*, *Pecopteris Whitbyensis*, *Taeniopteris magnifolia* und Zamiten vorkommen. H. Rogers erklärte daher diese Kohlenformation für jurassisch, während Lyell es unentschieden lässt, ob sie der Trias, oder der Juraformation angehören dürfte. *W. Rogers, Report on the geol. reconnoissance of the State of Virginia*, 1836, *p.* 52, sowie H. Rogers, in *The American Journ. of sc. vol.* 47, *p.* 250, und *Trans. of the Amer. Geologists* 1842, *p.* 298; auch Lyell, im *Quart. Journal of the geol. soc. III*, *p.* 261 ff. Wenn die Juraformation in Nordamerika wirklich fehlt, wie es Leopold v. Buch noch neuerdings sehr wahrscheinlich gemacht hat, so würde allerdings die Ansicht am meisten für sich haben, dass das Kohlenbassin von Richmond der Triasformation entspricht, wofür auch mehre seiner organischen Ueberreste sprechen.

§. 410. *Gliederung der braunen Juraformation in Würtemberg.*

Da durch Quenstedts vortreffliche Untersuchungen die braune Juraformation im südwestlichen Teutschland und namentlich in Würtemberg genauer als anderswo erforscht worden ist, so wählen wir dieses Territorium, um unseren Lesern ein specielles Bild ihrer Zusammensetzung und Gliederung vorzuführen.

Der braune Jura Würtembergs ruht in concordanter Lagerung auf dem Lias, mit welchem er nach unten so innig verbunden ist, dass keine ganz scharfe Gränze gezogen werden kann. Die Thone mit *Ammonites opalinus* werden nach oben sandig und nehmen Sandsteinlagen zwischen sich auf, welche allmälig überhand nehmen, und uns fast unmerklich aus der Liasbildung in die Doggerbildung gelangen lassen.

Diese innige Verknüpfung beider Gebilde, sowie das meist auffallend steile Ansteigen der Opalinusthone über den tieferen Etagen der Liasformation bestimmten auch Leopold v. Buch und Quenstedt, diese Thone mit in die braune Juraformation aufzunehmen. Da aber das letztere (doch nur orographische) Verhältniss in anderen Ländern nicht existirt, und da in England und Frankreich die Aequivalente des Opalinusthones von jeher zur Liasformation gerechnet worden sind, so glaubten wir uns der Ansicht von Bronn anschliessen zu müssen, welcher die Liasformation mit dieser Thonbildung beschliesst, und die eigentliche Juraformation mit der Sandsteinbildung beginnen lässt. Lethäa, 3. Aufl. IV, S. 20.

Die braune Jura- oder Doggerformation zerfällt im südwestlichen Teutschland in drei grosse Etagen, welche sich in der Hauptsache als eine Sandstein-, eine Kalkstein- und eine Thon-Bildung unterscheiden lassen, obgleich sie zum Theil noch untergeordnete Glieder umschliessen, welche zu weiteren Abtheilungen Veranlassung gegeben haben. Diese drei Etagen entsprechen nun aber ziemlich genau denen in der englischen Juraformation als *Inferior Oolite*, *Great Oolite* und *Oxfordclay*, so wie denen von Alcide d'Orbigny unter dem Namen *étage bajocien*, *bathonien* und *callovien* aufgestellten Abtheilungen.

1. Untere Abtheilung der braunen Juraformation Schwabens.

β. Sandmergel und gelblichbraune Sandsteine*).

Die Sandsteine dieser mächtigen Etage sind durch Eisenoxydhydrat gefärbt, welches auch oftmals auf den Schichtungsfugen und Klüften des Gesteins als Brauneisenerz ausgebildet ist. Sie sind meist sehr feinkörnig und weich, erhärten aber an der Luft, und liefern daher einen guten Werkstein. Nehmen sie Kalk auf, so erhalten sie eine lichtere Farbe, eine bedeutendere Härte, und lassen die Conchylien, an denen sie oft sehr reich sind, nur dann leicht herausarbeiten, wenn sie in Folge der Verwitterung ihren Kalkgehalt verloren haben, und in ein lockeres Sandgestein umgewandelt worden sind. Die dunkelbraune Farbe und die vielfache Zerklüftung giebt den Steinbrüchen und schroffen Wasserrissen ein

*) Die Opalinusthone, welche Quenstedt mit dem braunen Jura vereinigt, bilden die von ihm unter α aufgeführte Etage. Um die Signatur seiner Unterabtheilungen beibehalten zu können, sind wir also genöthigt, sogleich mit der Etage β zu beginnen.

eigenthümliches, düsteres Ansehen. Mit denselben Eigenschaften ist dieser Sandstein von Boll bis nach Bopfingen entblöst; er fehlt aber auch nicht an dem südwestlichen Rande der Alp, und findet sich eben so am ganzen fränkischen Alprande verbreitet; ja, noch bei Banz und Lichtenfels ist es völlig dasselbe Gestein.

Nach oben sind dieser Sandsteinbildung Lager von oolithischem Eisenerz und von dunkelfarbigem Letten untergeordnet; die ersteren sind in Würtemberg an vielen Punkten in mehrfacher Wiederholung bekannt, und werden besonders bei Aalen abgebaut, wo jährlich das zu 80000 Centner Eisen erforderliche Erz zur Förderung gelangt. Endlich folgt eine, stellenweise bis 20 Fuss mächtige schwarze Lettenschicht, welche von einer röthlichen, noch mit Erzkörnern, besonders aber mit vielen Pectiniten erfüllten Kalksteinbank, als der letzten Schicht des unteren braunen Jura, bedeckt wird.

So sind die Verhältnisse von Aalen bis zu den Waldhöhen des Hohenstaufen und bis nach Boll; allein weiterhin ändert sich der Charakter dieser Sandsteinbildung. Der Sandstein wird ärmer an Quarzkörnern, reich an mergeligem Thon, er verliert seine Consistenz, und es bleiben nur dünne Sandplatten übrig, welche in einer glimmerreichen thonigen Grundmasse liegen. Diese wenig charakterisirten Sandmergel sind es, welche von der Erms bis an den Rhein längs der Alp so mächtig hervortreten; auch die oolithischen Eisenerze verlieren sich, und ein compactes, durch Mergelbrocken verunreinigtes, schmales Thoneisensteinflötz bezeichnet in diesen Gegenden die obere Gränze des unteren braunen Jura.

Organische Ueberreste finden sich theils in den oolithischen Eisenerzen, wo sie oft sehr schön erhalten sind, theils in den Sandsteinen, wo sie gewöhnlich nur als Steinkerne und Abdrücke, aber in einzelnen Schichten zu förmlichen Muschelbänken angehäuft vorkommen. Als vorzüglich charakteristische Formen hebt Quenstedt folgende hervor.

Ostrea calceola	*Nucula acuminata*
Pecten personatus	*Pullastra oblita*
. . . . *demissus*	*Mya aequata*
Avicula elegans	*Corbula obscura*
Gervillia tortuosa	*Tornatella pulla*
Inoceramus, ein paar Species	*Belemnites spinatus*
Modiola gibbosa	*Nautilus lineatus*
Trigonia striata	*Ammonites Murchisonae*
Cucullaea oblonga	 *discus*.
Nucula Hammeri	

Merkwürdig ist es, dass in dieser unteren Abtheilung des braunen Jura die Terebrateln eben so vermisst werden, wie in der oberen Abtheilung der Liasformation.

2. Mittlere Abtheilung der braunen Juraformation Schwabens.

γ. Graulichblaue Kalksteine. Durch ihre Farbe, ihre grosse Härte und schwere Zersprengbarkeit erinnern sie oft an die Kalksteine der Liasformation; auch sind sie fast die einzigen Kalksteine des würtembergischen braunen Jura, welche als Bausteine und als Strassenmaterial benutzt werden können. Sie erscheinen theils in Bänken von mehren Fuss Mächtigkeit, theils in unförmliche Platten abgesondert, und enthalten in der Regel keine braunen Oolithkörner. Ueber ihnen liegen meist sehr dunkelgraue Mergel mit *Belemnites giganteus*.

δ. Blaulichgraue, braunoolithische Mergelkalksteine. Sie sind thoniger, als die vorhergehenden Kalksteine, haben einen äusserst homogenen, ebenen Bruch, wechsellagern häufig mit Lettenlagen und werden ganz besonders durch die braunen Oolithkörner ausgezeichnet, welche meist die Grösse eines Hirsekorns, selten die einer Linse erreichen, und bald rund, bald abgeplattet, stets aber concentrisch schalig zusammengesetzt sind. Nach unten erscheinen diese Oolithkörner sparsamer, nach oben aber so häufig, dass sie mehr als die Hälfte der Gesteinsmasse ausmachen; nur selten, wie z. B. in dem Striche von Metzingen bis Hechingen, werden sie fast gänzlich vermisst.

In paläontologischer Hinsicht lassen diese beiden Etagen keinen durchgreifenden Unterschied erkennen, indem es vielleicht nicht eine einzige Muschel giebt, welche ausschliesslich der einen oder der anderen angehörte, obwohl viele Species unten besser entwickelt sind als oben, und umgekehrt. Allgemein bezeichnend ist das erste Auftreten der canaliculirten Belemniten, das ausschliessliche Vorkommen des *Belemnites giganteus*, das Wiederauftreten der Terebrateln, das Vorkommen der grössten Exemplare von *Trigonia clavellata* und, zumal in der unteren Etage, die Anhäufung von Cidaritenresten und von *Serpula socialis*. Unter den zahlreichen Formen sind nach Quenstedt besonders folgende von Wichtigkeit.

Stomatopora compressa	*Pecten demissus*
Cidaris maximus	*Avicula echinata*
Terebratula resupinata	 *Münsteri*
. *perovalis*	*Pholadomya fidicula*
. *bullata*	 *Murchisoni*
. *biplicata*	*Gervillia tortuosa*
. *Theodori*	*Modiola gibbosa*
. *spinosa*	*Trigonia clavellata*
Ostrea Marshii	 *costata*
. . . . *explanata*	*Nucula variabilis*
Lima pectiniformis	*Pleuromya Alduini*
Perna mytiloides	*Myopsis Jurassi*
Pinna lanceolata	*Goniomya literata*
Pecten lens	*Mya depressa*

Pleurotomaria granulata (ornata)	*Serpula convoluta*
Trochus monilitectus	 *limax*
Cerithium muricatum	 *gordialis*
Belemnites giganteus	 *socialis*
Ammonites Humphresianus	 *tricarinata*
. *coronatus*	 *quadrilatera.*

Viele Conchylien sind im unversehrten Zustande begraben worden, aber mit schmarotzenden kleinen Korallen und mit Serpulen oft bis zur Unkenntlichkeit bedeckt; andere sind zerstückelt, aber schichtenweise so angehäuft, dass sie wahre Muschelbreccien bilden. Besonders auffallend ist die Unzahl von Serpeln, welche bald einzeln bald haufenweise die Conchylien bedecken, fast nirgends fehlen, und daher nicht wenig zur Orientirung beitragen.

3. Obere Abtheilung der braunen Juraformation Schwabens.

ε. Thone mit verkiesten Conchylien, und braunoolithische Kalksteine, jene mit *Ammonites Parkinsoni*, diese mit *Amm. macrocephalus*. Fette, dunkelgraue Thone und Schieferthone verkünden über den oolithischen Kalksteinen der mittleren Abtheilung einen neuen Abschnitt, welcher auch dadurch recht auffallend wird, dass die Fossilien grösstentheils als verkieste Petrefacten auftreten; doch kommen auch äusserst dünnschichtige Letten vor, welche mit weissen Muschelfragmenten (zumal von einer kleinen Posidonomya) erfüllt sind. Ueber diesen Thonen erscheinen abermals braunoolithische Kalksteine, ganz ähnlich denen der mittleren Etage, aber auffallend verschieden durch ihre organischen Einschlüsse, unter welchen besonders *Ammonites macrocephalus, A. triplicatus* und *Terebratula varians* hervorragen. Obgleich diese Kalksteine in der Regel nicht über 12 bis 18 Fuss Mächtigkeit erlangen, so sind sie doch vom Rheine bis zum Nördlinger Ries überall vorhanden, und liefern daher einen sehr wichtigen Horizont*); ja am südwestlichen Alprande und in vielen Gegenden der Schweiz beschliessen sie den braunen Jura. Vom Stuifen bei Wisgoldingen bis über Balingen hinaus, da treten die einzelnen Schichten der oberen Abtheilung nicht nur am mächtigsten entwickelt, sondern auch am schärfsten gesondert auf.

ζ. Thone mit *Ammonites ornatus*. Ueber den Macrocephalus-Schichten folgen abermals dunkelgraue Thone, welche zwar eine oft nur sehr unbedeutende und höchstens bis 40 Fuss steigende Mächtigkeit erlangen, auch anfangs sehr wenige Fossilien enthalten, bis man endlich

*) Es sind dieselben, dem *Kellowayrock* entsprechenden Schichten, welche in ganz Teutschland, Frankreich und England, wo nur die Juraformation vorkommt, ein gleich bestimmtes Niveau behaupten, und daher ein vortreffliches Anhalten zur Orientirung gewähren.

Schichten erreicht, die von kleinen verkiesten Ammoniten ganz erfüllt sind. Auch kommen häufig kleine Mergelnieren vor, die oft einen Krebs, *Eumorphia gracilis*, umschliessen. Diese Ornatenthone sind besonders schön im Gebiete des Hohenzollern entblösst, von wo sie sich an der Reutlinger Alp über Neuffen und Teck verfolgen lassen. Oberhalb Boll nehmen sie einen anderen Charakter an, indem sich eine grosse Menge schwarzer, harter Nieren von Kalkmergel ausscheiden, welche das Versteinerungsmaterial aller Fossilien liefern, und auch bisweilen krystallisirten Baryt enthalten. Der östlichste Punkt ihres Vorkommens in Würtemberg ist Röttingen bei Bopfingen.

Als einige der wichtigsten organischen Ueberreste bezeichnet Quenstedt folgende Species;

in der Etage ε:

Pentacrinus subteres	*Astarte pumila*
Nucleolites clunicularis	*Cerithium armatum*
. *scutatus*	*Belemnites canaliculatus*
Discoidea depressa	*Ammonites Parkinsoni*
Terebratula varians	 *macrocephalus*
Ostrea costata	 *discus* (*Buch*, *non Sow.*)
Pholadomya Murchisoni	
Trigonia costata	 *sublaevis*
Cucullaea concinna	 *hecticus*
Nucula lacryma	 *anceps*
. . . . *ovalis*	 *triplicatus*.
Astarte depressa	

in der Etage ζ:

Rostellaria semicarinata	*Ammonites convolutus*
Belemnites semihastatus	 *annularis*
Ammonites ornatus, in vielen Var. als: *Castor*, *Pollux* etc.	 *athleta*
	 *Lamberti*
	 *hecticus*, viele Var.
. *Jason*	*Aptychus hectici*
. *bipartitus*	*Emorphia gracilis Mey*.
. *polygonius*	

Mit den Ornatenthonen, oder, wo diese fehlen, mit den Macrocephaluskalksteinen endigt die braune Juraformation Würtembergs.

Wie verschieden sich nun auch die Zusammensetzung derselben schon im benachbarten Grossherzogthum Baden herausstellt, so lässt sich doch auch dort noch eine sehr analoge Gliederung geltend machen, wie neuerdings Fromherz gezeigt hat.

Die Ablagerungen des braunen Jura im Breisgau lassen sich naturgemäss in sechs, petrographisch und paläontologisch verschiedene Etagen trennen, welche, zu je zwei und zwei vereinigt, recht wohl den drei Hauptabtheilungen

Würtembergs, so wie dem *Inferior Oolite*, *Great Oolite* und *Oxfordclay* Englands entsprechen.

1. Unterer Eisenkalk; vorherrschend eisenschüssige, oft sandige und mergelige Kalksteine mit *Pecten personatus*, *P. demissus*, *Avicula elegans*, *Ostrea calceola*, *Ammonites Murchisonae* und *A. discus*.

2. Coronatenkalk; hellgraue, mergelige, oder ockergelbe und hellbraune Sandsteine mit *Ostrea Marshi* und *O. explanata*, *Lima pectiniformis*, *Perna mytiloides*, *Trigonia costata*, *Pholadomya Murchisoni*, *Modiola scalprum*, *Ammonites coronatus*, *Belemnites giganteus* und *Serpula limax*.

3. Hauptrogenstein; hellfarbige, nicht selten fast weisse, oolithische Kalksteine, welche beträchtliche Bergmassen zusammensetzen, und im Jura des Breisgau eine besonders wichtige Rolle spielen; *Ostrea acuminata* ist eine vorzüglich häufige Muschel.

4. Pugnaceen-Mergel; Mergel und mergelige Kalksteine, sehr reich an Fossilien, unter welchen *Terebratula varians*, *Ostrea costata*, *Modiola bipartita* und *pulchra*, *Pecten lens*, *P. biformis*, *Belemnites canaliculatus* und *Serpula quadrilatera* als besonders bezeichnend hervorzuheben sind.

5. Oberer Rogenstein; braunrothe eisenschüssige Mergel und gelblichbraune Eisenrogensteine, mit *Ammonites macrocephalus*, *A. Herveyi*, *A. platystomus* und *A. triplicatus*.

6. Pholadomyen-Mergel; graue, zum Theil sandige Mergel, mit Einlagerungen von Mergelschiefern und mit Zwischenlagern von mergeligen grauen Kalksteinen, bezeichnet durch *Rhodocrinus echinatus*, *Terebratula Thurmanni*, *T. impressa*, *Gryphaea dilatata*, *G. gigantea*, *Pholadomya exaltata*, *Ph. parcicosta*, *Ph. laeviuscula*, *Ph. ampla*, *Ammonites cordatus* und *Belemnites hastatus*.

Fromherz, der Jura im Breisgau, in Beiträge zur min. u. geogn. Kenntniss des Grossh. Baden, herausgeg. v. G. Leonhard, 1. Heft, S. 57 ff.

§. 411. *Vergleichung der braunen Juraformation in Teutschland, Frankreich und England.*

Wir entlehnen aus der schon mehrfach benutzten Abhandlung von Fraas eine vergleichende Uebersicht der verschiedenen Ausbildungsweise der braunen Jura- oder Doggerformation in Teutschland, Frankreich und England, welche Fraas mit folgender allgemeiner Betrachtung eröffnet.

Der wichtigste Unterschied zwischen dem braunen Jura in Schwaben und in Frankreich ist der, dass hier die Kalksteine, dort die Thone und Sandsteine vorwalten. In Schwaben umfasst die Formation eine viel mächtigere Gesteinsmasse als der Lias; dennoch aber erscheint sie wegen des Vorwaltens der Thone, meist als ein Steilrand ohne bedeutende Breitenausdehnung. Ganz anders verhält es sich in Frankreich, wo die Kalksteine des Grundoolith und Grossoolith weit aus-

gedehnte Ebenen bilden, wie diess auch im südlichen England der Fall ist. Recht auffallend wird dieser Contrast, wenn man die Gegenden an der Wutach und am oberen Neckar mit denen der Bourgogne vergleicht. In den ersteren ist es oft der Fall, dass ein Bach, vom weissen Jura herabstürzend, während eines Laufes von einer viertel Meile den ganzen braunen Jura durchschneidet, um dann in den Lias einzutreten; während in der Bourgogne die Kalksteine sich meilenweit verbreiten, und Ebenen bilden, die von Felsenthälern durchschnitten werden; ähnliche Verhältnisse wiederholen sich in Lothringen und in der Normandie. Diese verschiedene geographische Gestaltung verweist uns auf eine Verschiedenheit der Bildungsräume im alten Jura-Meere; grosse Kalkniederschläge sind immer Beweise einer pelagischen Bildung, Thon- und Sandstein-Ablagerungen deuten auf die Nähe einer Küste, und so ist uns in dieser verschiedenen petrographischen Facies Gelegenheit geboten, die Verhältnisse des alten Jura-Meeres, und die Verschiedenheit seiner Sedimente und seiner Bewohner kennen zu lernen, wie sie einestheils in der Nähe der Ufer, anderntheils in der hohen See waren. Die Parallelisirung der einzelnen Etagen wird dadurch immer schwieriger, die Auffindung genau derselben Schichten geradezu unmöglich, und es kann nur noch von einem Synchronismus derselben die Rede sein. Immer weiter gehen die Aeste des Jurastammes auseinander, immer schwieriger wird es, diejenigen von gleichem Alter aufzufinden.

1. Unterer brauner Jura.

In Schwaben hängen die braunen Sandsteine dieser Etage auf das Innigste mit den Opalinus-Thonen der Liasformation zusammen, so dass sich eine bestimmte Gränze zwischen beiden nicht nachweisen lässt. Die nach unten feinen und fetten Thone nehmen nach oben immer mehr Glimmer und Sand auf, bis sie in förmliche Sandsteinbänke übergehen, die anfangs noch mit Thonschichten wechsellagern. *Ammonites Murchisonae*, *A. discus*, *Pecten personatus*, *Ostrea calceola* und *Gervillia pernoides* charakterisiren diese Etage, welche im nordöstlichen Schwaben Lager von oolithischem Eisenerz umschliesst, wie sie denn überall durch Eisenoxydhydrat gefärbt ist. Ihre Mächtigkeit steigt im Kocherthale bis zu 300 Fuss, nimmt aber gegen Südwesten immer mehr ab, und an der Wutach, so wie in den Kantonen Bern, Basel, Solothurn und Aargau, da erscheint sie in geringerer Mächtigkeit als ein System von sandigen Thonschichten und Sandschichten, welche nach oben in harte Kalkbänke übergehen.

Im französischen Jura nennt man diese Etage *Oolithe ferrugineux*, versteht aber darunter nur die Sandbänke mit *Ammonites Murchisonae* und *Nautilus lineatus*, welche jedoch schon in der Bourgogne sehr unbedeutend werden, im Calvados aber und im südlichen England gänzlich verschwinden, wo der *Oolithe inférieur* mit den genannten und mit anderen charakteristischen Fossilien unmittelbar über dem Lias liegt. Allein nördlich von Bath da stellen sich auch

in England wieder Sandsteine ein, in denen zwar nicht *Ammonites Murchisonae*, doch aber *Pecten personatus*, *Clypeus patella* und andere für diese Etage charakteristische Fossilien vorkommen.

2. Mittlerer brauner Jura.

In Schwaben wird er mit harten, blaulichgrauen Kalksteinen eröffnet, auf welche Thone und braunoolithische Kalksteine folgen. *Ammonites coronatus* und *Humphresianus*, *Ostrea Marshii*, *Lima pectiniformis*, *Pecten demissus*, *Mya depressa*, *Pleuromya Alduini* und *Belemnites giganteus* sind es, welche dort diese Etage charakterisiren. Aehnlich sind die Verhältnisse in der Schweiz.

Im französischen Jura und von dort aus durch die ganze Bourgogne gewinnen die Kalksteine eine mächtige Entwickelung. Zu unterst liegt blaulichgrauer, harter und spröder Kalkstein, reich an Krinoidengliedern, weshalb er *Calcaire à entroques*, oder auch, nach Lons-le-Saulnier (Laedo) als einem vorzüglichen Punkte seines Vorkommens, *Calcaire laedonien* genannt worden ist. Darüber folgt ein Korallenkalkstein oder *Calcaire à polypiers* mit *Agaricia*, *Pavonia*, *Astraea*, *Anthophyllum*, *Lithodendron*, Terebrateln, Myen und Cidaritenstacheln. Dieser oft sehr kieselige und dann mit verkieselten, vortrefflich erhaltenen Fossilien versehene Kalkstein lässt sich vom Jura längs den Vogesen bis nach Metz verfolgen; er ist eine eigenthümliche französische Bildung, welche mit gleichen Eigenschaften weder in Schwaben noch in der Schweiz bekannt, dem höheren *Coral-rag* sehr ähnlich ist, und den Beweis liefert, wie ein jedes Schichtensystem unter günstigen Verhältnissen die Facies einer Korallenbildung annehmen kann, weshalb sich denn auch die Korallen überhaupt nicht sehr zu Leitfossilien eignen. Ueberlagert wird dieser Kalkstein von gelblichgrauen bis blaulichgrauen Thonmergeln, den *Marnes vésouliennes*, mit *Ostrea Marshii*, *Ostrea acuminata*, *Gervillia*, *Perna* und anderen bezeichnenden Fossilien, oder auch (wie in der Bourgogne) von gelben, harten Kalksteinen mit *Ammonites Parkinsoni* und *Pleuromya Alduini*, denen meist noch eine Thonschicht mit *Gervillia tortuosa* zu folgen pflegt.

Ganz eigenthümlich sind die Verhältnisse in der Normandie. Dort lagern unmittelbar über den hellgelben Kalksteinen des oberen Lias die durch ihren Reichthum an Versteinerungen berühmten Kalksteinbänke von Bayeux: braunoolithische Kalksteine, welche innerhalb einer Mächtigkeit von nur wenigen Fuss fast alle organischen Ueberreste verschliessen, die in anderen Gegenden durch eine sehr mächtige Schichtenreihe vertheilt zu sein pflegen. In grosser Menge und trefflich erhalten finden sich dort beisammen: *Terebratula bullata* und *biplicata*, *Ostrea Marshii*, *Lima pectiniformis*, *Trigonia costata*, *Astarte depressa* und *obliqua*, *Pleurotomaria conoidea* und *granulata* (oder *ornata*, auch *decorata*), *Belemnites giganteus* und *canaliculatus*, *Ammonites Murchisonae*, *A. discus*, *A. coronatus*, *A. Humphresianus*, *A. Parkinsoni*, *A. hecticus*, *A. Truellei*, *A. subradiatus*, *A. planula*, *A. macrocephalus*, *A. Herveyi*, *A. Brongniarti*, *A. Gervillei*, *A. bullatus*, *A. microstoma* und viele andere. Was also in Schwaben in sehr verschiedenen Schichten getrennt liegt, das sieht man hier in einer nur 4 Fuss mächtigen Schicht friedlich bei einander; ein deutlicher Beweis, dass wir es hier

im Calvados mit den Niederschlägen der hohen See zu thun haben, wo während einer längeren Periode sehr wenig sedimentäres Material zum Absatze gelangte.

In England wird der mittlere braune Jura noch durch die oberen Massen des *Inferior Oolite* so wie durch die Walkerde, ganz vorzüglich aber durch den *Great Oolite* vertreten, welcher als eine für England, Frankreich und die Schweiz sehr bedeutende Bildung noch besonders unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Dieser Grossoolith mit seinen verschiedenen Nebengliedern ist eine mächtige Ablagerung, welche sich aus dem mittleren England durch Frankreich bis in die Schweiz verfolgen lässt, und überall durch ähnliche, hellfarbige, oolithische Kalksteine und durch die Armuth an wohl erhaltenen Versteinerungen auszeichnet. In Schwaben und Franken fehlt diese Bildung; allein auf der Westseite des Schwarzwaldes im Breisgau, ist sie vorhanden und ragt in dem interessanten, durch Fromherz bekannt gewordenen Schönberge bei Freiburg bis zu 2000 Fuss auf. An diese Oolithe des Breisgau schliessen sich im Wartenberge bei Basel die der Schweiz an, welche oft in mächtigen Bergen anstehen. Petrefacten enthalten sie nur wenige und nur in den oberen Schichten, wo sich *Discoidea depressa*, *Nucleolites clunicularis* oder *scutatus, Terebratula varians*, *T. spinosa*, *T. biplicata*, *T. quadriplicata* und andere Formen vorfinden.

Von der Schweiz bis in den Jura, und von diesem durch die Bourgogne, auch weiterhin bis an die Küsten des Canals und jenseits desselben fehlt der *Great Oolite* nirgends. Bald mehr bald weniger mächtig, bald grob bald fein oolithisch, und überall einen trefflichen Baustein liefernd, bildet er hier weite Ebenen, wie bei Caen im Calvados, dort steile Berge und tiefe Felsenthäler, wie in der Bourgogne und im Jura. Mit ihm ist sehr häufig ein dichter, blaulichgrauer Kalkstein, der *Forest marble*, verbunden, welcher im Jura und in der Bourgogne eine bedeutende Mächtigkeit erlangt, grossartige Felsenpartieen bildet, und Höhlen umschliesst, aber arm an Petrefacten ist, während er in der Normandie, bei weit geringerer Mächtigkeit, einen grossen Reichthum von organischen Ueberresten entfaltet; (Steinbrüche bei Ranville).

In England, wo der *Great Oolite* besonders bei Bath sehr mächtig entwickelt, und bei Bradford und anderwärts von einer, an trefflich erhaltenen Fossilien sehr reichen Thonablagerung, dem *Bradfordclay* begleitet ist, entwickelt sich der *Forest marble* erst über diesem Thone. Aber schon in Wiltshire drängen sich zwischen ihn Sandsteinschichten ein, und im Norden des Landes, in Yorkshire, werden die Sandsteine so vorwaltend, dass sie fast den ganzen *Great Oolite* verdrängen, weshalb denn dort der mittlere braune Jura, eben so wie der untere, fast nur durch eine Sandsteinbildung mit vielen Pflanzenresten und einigen Kohlenflötzen repräsentirt wird; vergl. oben S. 827.

3. Oberer brauner Jura.

In Schwaben beginnt, wie wir gesehen haben, die obere Abtheilung des braunen Jura mit schwarzen Thonen, in welchen *Ostrea costata*, *Trigonia costata*, *Pleurotomaria granulata*, *Trochus monilitectus*, *Cerithium armatum*, *Ammonites Parkinsoni*, *A. hecticus* u. a. Fossilien vorkommen. Darüber folgen braunoolithische Kalksteine mit *Discoidea depressa*,

Ammonites macrocephalus, *A. triplicatus*, *A. sublaevis*, *A. bullatus*, *A. microstoma*, *Belemnites canaliculatus* und *B. latesulcatus*. Nach Fraas soll nun der Cornbrash der Engländer jenen schwarzen Parkinsoni-Thonen entsprechen, wenigstens seiner bathrologischen Stelle nach, die er unmittelbar unter dem Kellowayrock behauptet, während er allerdings paläontologisch etwas anders charakterisirt ist, da viele Terebrateln, *Ostrea Marshii*, *Pholadomya Murchisoni*, *Goniomya literata* für ihn besonders bezeichnend sind. Auch die in Frankreich, besonders im französischen Jura, unter dem Namen Cornbrash aufgeführten Schichten werden mehr durch ihre Lagerung denn durch ihre Petrefacten als das wirkliche Aequivalent des englischen Cornbrash charakterisirt. In den Kantonen Basel und Aargau endlich erscheinen wieder die Schichten mit *Ammonites Parkinsoni* und *Pleurotomaria granulata*, aber auch jene mit *Ammonites macrocephalus*, *A. triplicatus* und *athleta*, so dass hier ein sicherer Uebergang zu den Schwäbischen Parkinsoni-Thonen vorliegt.

Eine ganz vorzügliche Wichtigkeit aber erlangen die über diesen Thonen gelagerten Kalksteine mit *Ammonites macrocephalus*, die Aequivalente des *Kellowayrock*. „So weit ich Jura sah, bemerkt Fraas, sah ich auch diese, nur wenige Fuss mächtigen, braunen oder gelben oolithischen Bänke nie fehlen, welche, wenn auch die Schichten unterhalb verwirren, alsbald wieder den Weg weisen zu den über ihnen lagernden Ornaten-Thonen; und wirklich überraschend ist es, an Petrefacten aus weit entlegenen Ländern, z. B. vom Himalaya und aus Cutch dieselben Formen des *Ammonites macrocephalus*, *A. triplicatus*, *A. Gowerianus*, der *Trigonia costata* mit derselben rothbraunen Farbe zu sehen, als ob die Stücke aus dem *Kellowayrock* Frankreichs oder Teutschlands gesammelt wären. Allenthalben steht diese Bank von Eisenoolithen an, im Norden Teutschlands, vom Main bis zum Rhein, vom Rhein bis zur Loire, im Calvados und in England.“ Nur das Auftreten mancher verschiedener Leitfossilien ertheilt ihr in verschiedenen Gegenden ein eigenthümliches Gepräge, indem namentlich in der Schweiz, in Frankreich und England die Petrefacten der höher liegenden Ornatenthone schon mehr oder weniger zahlreich in diesem Kellowayrock erscheinen.

Aber in diesem Ornatenthone (oder Oxfordclay), d. h. in dem schwarzen fetten Thone mit verkiesten Conchylien, namentlich mit *Amm. ornatus*, *A. Jason*, *A. annularis*, *A. caprinus*, *A. convolutus*, *A. bipartitus*, *A. hecticus*, *A. Lamberti* u. s. w., giebt sich wieder in allen Ländern eine auffallende allgemeine Uebereinstimmung zu erkennen, obwohl nicht überall die genannten Ammoniten mit einander vorkommen, und sich schon in Schwaben ein Wechsel derselben nach den Localitäten kund giebt. Allgemein leitend erscheint auch *Belemnites semihastatus* (oder *hastatus*). So ziehen sich diese Thone aus der Schweiz durch Frankreich bis an die Nordküste dieses Landes, wo sie noch bei Dives in ihrer ganzen Pracht zu thurmhohen Klippen, den *Vaches noires*, aufragen. Dort trennt die braunoolithische Kalkbank des *Kellowayrock* mit *Ammonites Lamberti*, *A. caprinus* und *A. perarmatus* die schwarzen Thone des oberen braunen Jura in zwei Abtheilungen, welche die *Gryphaea dilatata* gemein haben; aber nur oberhalb dieses Kellowayrock erscheinen die verkiesten Ammoniten des Oxfordclay, unterhalb desselben lediglich die Bivalven und Gasteropoden des Cornbrash. In diesem Oxfordthon

von Dives treten wiederum *Ammonites ornatus*, *A. Jason*, *A. Lamberti*, dazu *A. sublaevis*, *A. athleta*, *A. perarmatus*, *A. caprinus* und *A. macrocephalus* auf; alle sind sie verkiest und in einer seltenen Pracht erhalten, dabei von einer Grösse, welche die der schwäbischen Exemplare um das Drei- bis Sechsfache übersteigt; denn *Amm. athleta*, *perarmatus* und *athleta* erreichen ein bis anderthalb Fuss im Durchmesser. Auch *Pecten fibrosus* und *Trigonia clavellata* kommen hier vor, die letztere ganze Bänke bildend.

Dieselben Verhältnisse wiederholen sich auch jenseits des Canals; in der Gegend von Oxford sind ausser *Gryphaea dilatata* besonders *Ammonites athleta*, *A. Jason*, *A. sublaevis* und *A. convolutus* als Leitfossilien des Thones zu betrachten; oft erscheinen ihre Kammern mit weissem Kalkspath erfüllt, und bei Chippenham sind durch den Eisenbahntunnel herrliche Exemplare mit weisser, perlmutterglänzender Schale gewonnen worden. Endlich tritt in Yorkshire wiederum die Verkiesung der Conchylien ein.

Mit diesen Ornatenthonen ist Leopold v. Buch's brauner Jura geschlossen.

§. 412. *Organische Ueberreste der braunen Juraformation.*

Die braune Juraformation wird durch ihre organischen Ueberreste auf eine so bestimmte Weise charakterisirt, dass sie lediglich nach ihnen sowohl von der vorausgehenden Liasformation als auch von der nachfolgenden weissen Juraformation unterschieden werden kann, obgleich einige ihrer Species schon in der ersteren, und nicht wenige derselben noch in der letzteren vorkommen. Die grosse Mehrzahl der Species gehört ihr jedoch eigenthümlich an, und viele von diesen sind so allgemein verbreitet, dass sie als vortreffliche Leitfossilien gelten können.

I. Pflänzenreste der braunen Juraformation.

Die Pflanzenreste sind theils Fucoiden, theils Landpflanzen; ihre Ueberreste pflegen zwar besonders zahlreich in den Sandstein-Etagen der Formation vorzukommen; doch sind Fucoiden auch in manchen Kalksteinen anzutreffen.

Fucoiden kennt man z. B. in den braunen Sandsteinen (β) so wie in den blaulichgrauen Kalksteinen (γ) Würtembergs, auf deren Schichtungsfugen sie nach Quenstedt oft in grosser Menge ausgebreitet sind; ferner in den Kalkschiefern von Stonesfield, aus welchen *Caulerpites thuiaeformis Sternb.* und *Halymenites ramulosus Sternb.*, so wie in den Sandsteinen von Yorkshire, aus denen *Caulerpites expansus Sternb.*, *Caulerpites Bucklandi Sternb.*, *Chondrites solenites Ung.* und *Sphaerococcites arcuatus Sternb.* angeführt werden.

Von Landpflanzen sind vorzugsweise Farnkräuter und Cycadeen als die häufigeren Formen zu erwähnen, welche besonders in den kohlenführenden Sandsteinen von Yorkshire, z. Th. auch bei Stonesfield

bei Mamers (Dep. der Sarthe), in der Oberschlesischen Thoneisenstein-formation (S. 835), an einigen Punkten Oesterreichs, auf Bornholm, bei Hör in Schonen, in Ostindien und anderwärts vorkommen. Von anderen Pflanzenformen dürften nur noch die Coniferen einige Wichtigkeit erlangen, deren petrificirte oder verkohlte Hölzer hier und da in den Sandsteinen oder Kalksteinen angetroffen werden. Da es nun diese Landflora ist, welche die Steinkohlenflötze der braunen Juraformation geliefert hat, so dürfte folgende Aufzählung der Species einiges Interesse haben.

a. Calamiten.

Calamites Lehmannianus Göpp. Schlesien.
....... *Hoerensis His.* Hör.

b. Equisetaceen.

Equisetites lateralis Ung. Yorkshire.

c. Farnkräuter.

Neuropteris recentior Lindl. Yorks.
....... *ligata Lindl.* Yorks.
....... *lobifolia Phill.* Yorks.
....... *arguta Lindl.* Yorks.
Odontopteris acuminata Göpp. Yorks.
Cyclopteris digitata Brong. Yorks.
....... *Huttoni Sternb.* Yorks.
....... *cuneata Sternb.* Yorks.
....... *Beani Lindl.* Yorks.
Sphenopteris denticulata Brong. Yorks.
........ *tenella Brong.* Yorks. und Stonesfield.
........ *arguta Lindl.* Yorks.
........ *undulata Göpp.* Yorks.
........ *athyroides Göpp.* Yorks.
Glossopteris Phillipsii Brong. Yorks.
Hymenophyllites crenulatus Göpp. Yorks.
........... *Phillipsii Göpp.* Yorks.
........... *Williamsonis Göpp.* Y.
........... *macrophyllus Göpp.* Stonesfield.
Acrostichites Williamsonis Göpp. Yorks.
........ *Phillipsii Göpp.* Yorks.
Alethopteris Phillipsii Göpp. Yorks.
........ *Whitbyensis Göpp.* Yorks.
........ *nebbensis Göpp.* Bornholm.
........ *dentata Göpp.* Yorkshire u. Oesterreich.
........ *insignis Göpp.* Yorkshire u. Schlesien.
Cyatheites obtusifolius Göpp. Yorks.
....... *acutifolius Göpp.* Yorks.
Hemitelites Brownii Göpp. Yorks.
Camptopteris jurassica Göpp. Schlesien.
Polypodites Lindleyi Göpp. Yorks.
....... *crenifolius Göpp.* Yorks.
....... *heracleifolius Göpp.* Yorks. u. Oesterreich.
....... *undans Göpp.* Yorks.
Pecopteris serrata Göpp. Yorks.
...... *Ottonis Göpp.* Schlesien.
...... *Desnoyersii Brong.* Mamers.
...... *Reglei Brong.* Mamers.
...... *Murrayana Brong.* Yorks.
...... *Haiburnensis Lindl.* Yorks.
Taeniopteris major Lindl. Yorks.
........ *Nilssoniana Sternb.* Hör, Halberstadt.
........ *scitaminea Sternb.* Stonesfield.
........ *latifolia Brong.* Stonesfield.
........ *Phillipsii Sternb.* Yorks.
........ *ovalis Sternb.* Yorks.

d. Isoëten.

Isoëtites Murrayana Ung. Yorks.

e. Lycopodiaceen.

Lycopodites Williamsonis Brong. Yorks.
....... *falcatus Lindl.* Yorks.

f. Cycadeen.

Zamites lanceolatus Morris Yorkshire u. Oesterreich.
..... *undulatus Sternb.* Yorks.
..... *Whitbyensis Sternb.* Yorks.
..... *falcatus Sternb.* Yorksh.
..... *gigas Morris*, Yorks.

Zamites Bechii Brong. Mamers.
. *Bucklandi Brong.* Mamers.
. *lagotis Brong.* Mamers.
. *hastatus Brong.* Mamers; nach Brongniart noch 10 andere Sp. in Yorkshire.
Pterophyllum Oeynhausianum Göppert, Schlesien.
. *Carnalianum Göpp.* Schlesien.
. *propinquum Göpp.* Schlesien.
. *Preslianum Göpp.* Stonesfield.
. *taxinum Göpp.* Stonesfield.
. *pecten Lindl.* Yorkshire und Oesterreich.
. *tenuicaule Morris*, Yorksh.
. *minus Brong.* Yorks. u. Hör.
Nilssonia compta Göpp. Yorks. u. Oesterreich.
Ctenis falcata Lindl. Yorksh.
Pachypteris lanceolata Brong. Yorks.
. *ovata Brong.* Yorks.
Mammillaria Desnoyersi Brong. Mamers.
Carpolithes conicus Lindl. Yorks.
. *areolatus Lindl.* Yorks.
. *Lindleyanus Gutb.* Stonesfield.

g. Liliaceen.

Bucklandia squamosa Brong. Stonesfield.

h. Pandaneen.

Podocaria Bucklandi Ung. Dorsetshire.

i. Coniferen.

Pinites primaevus Endl. Livingston.
Peuce eggensis With. Insel Egg.
. . . . *jurassica Endl.* Polen.
. . . . *pertinax Endl.* Schlesien.
Brachyphyllum mamillare Lindl. Yorks.
Taxites podocarpoides Brong. Stonesfield.

Ausserdem noch einige Pflanzenreste von unbestimmter Stellung.

II. Thierische Ueberreste der braunen Juraformation.

1. Amorphozoën. Wie gross der Reichthum an diesen Formen in dem weissen Jura ist, so unbedeutend erscheint ihr Vorkommen im braunen Jura; indessen hat doch die französische Juraformation, bei Bayeux, Port-en-Bessin, Ranville u. a. O. eine ziemliche Anzahl derselben aufzuweisen; wir erwähnen als Beispiele die *Eudea cribraria Mich.* und die *Mammillipora protogaea Bronn*, welche letztere nicht nur bei Caen, sondern auch bei Streitberg in Franken bekannt ist.

2. Foraminiferen. Alcide d'Orbigny führt aus der unteren und mittleren Etage des braunen Jura in Frankreich mehre Species von *Cristellaria*, *Vaginulina* und *Conodictyum* auf.

3. Korallen. In einigen Territorien der braunen Juraformation sind recht viele Korallen bekannt, welche innerhalb gewisser Schichten bisweilen dermaassen angehäuft sind, dass sie förmliche Korallenkalksteine bilden. Besonders in Frankreich kommen an mehren Orten dergleichen korallenreiche Kalksteine vor, wie bei Ranville im Calvados, bei Charriez (*Haute Saône*), bei Langres (*Haute Marne*) und bei Salins im Jura; auch in England finden sie sich hier und da in den obersten Schichten des *Great Oolite.* Doch gilt von ihnen gleichfalls, was bereits von den Amorphozoën bemerkt wurde, dass sie ihre hauptsächliche Entwickelung erst im weissen Jura erlangen.

Beispielsweise nennen wir*):

Microsolena porosa Lamrx. Calvados
Euhelia gemmata Orb. Calvados
Anabatia orbulites Orb.
Eunomia radiata Lamrx. Calvados
Thecophyllia decipiens EH. Frankreich und England.
Montlivaltia caryophyllata Lamrx. Frankreich.
. *convexa Orb.* Frankreich.
Discocyathus Eudesi EH. Bayeux.
Prionastrea Bernardina Orb. Frankreich.

4. Echinodermen. Es sind besonders Krinoiden und Echiniden, obwohl auch diese Thiere höher aufwärts im weissen Jura weit manchfaltiger und zahlreicher auftreten. Als einige der wichtigeren Formen möchten folgende zu nennen sein:

Apiocrinus rotundus Mill. = *Ap. Parkinsoni Orb.* Bradford
Pentacrinus caput Medusae Mill. > Yorkshire.
. *scalaris Goldf.* > England, Schweiz.
. *subteres Goldf.* charakteristisch für den braunen Jura.
. *pentagonalis Goldf.* desgleichen.
Hemicidaris crenularis Ag. < selten, in Frankreich.
Acrosalenia spinosa Ag. ebendaselbst.
Echinus nodulosus Münst. = *Polycyphus nod. Ag.* <
Discoidea depressa Ag. = *Holectypus depr. Ag.* < häufig.
Nucleolites clunicularis Phill. häufig und bezeichnend.
. *scutatus Lam.* < selten.
Clypeus patella Ag. häufig und charakteristisch.
. . . . *Hugii Ag.* Frankreich und Schweiz.

5. Bryozoën. Man kennt eine ziemliche Anzahl korallenähnlicher Fossilien, welche gegenwärtig von bryozoen Mollusken derivirt werden; sie kommen besonders in Begleitung der wirklichen Korallen, oder als Incrustate von Muscheln und Schnecken vor; dahin gehören z. B. folgende Formen:

Intricaria bajocensis Defr. Unteroolith in Frankreich.
Stomatopora dichotoma Bronn, Bradfordthon, Grossoolith.
Idmonea triquetra Lamrx. England und Frankreich.
Eutalophora cellarioides Lamrx. Forestmarble im Calvados.
Diastopora foliacea Lamrx. ebendaselbst.
Cricopora caespitosa Blainv. desgleichen.
. *elegans Blainv.* desgleichen.
. *tetraquetra Blainv.* desgleichen.

*) Bei der Aufzählung dieser und aller folgenden Species haben wir uns besonders die dritte Auflage der vortrefflichen Lethäa von Bronn und Römer zum Anhalten genommen, wo auch fast alle genannte Species abgebildet sind.

Viele Ceriopora-Arten, als:

Neuropora damicornis Bronn = *Ceriopora angulosa Goldf.*
. *spinosa Bronn* = *Ceriopora crispa Goldf.*
Tilesia distorta Lamrx. Forestmarble von Caen.
Theonoa clathrata Milne Edw. Calvados und England.
Terebellaria antilope Lamrx. England.
Defrancia clypeata Bronn, Calvados.
Aspendesia cristata Lamrx. Calvados und Bath.

6. Mollusken. Unter ihnen erlangen mehre Terebrateln, viele Conchiferen, einige Gasteropoden, ein paar Belemniten und zahlreiche Ammoniten als wirkliche Leitfossilien eine ganz besondere Wichtigkeit.

Von Terebrateln nennen wir zuvörderst *T. Thurmanni Voltz*, *T. decorata Buch*, *T. lacunosa Buch*, *T. ornithocephala Sow.* und *T. biplicata Sow.*, welche alle auch noch im weissen Jura vorkommen, dann *T. varians Schl.*, *T. spinosa Smith*, *T. vicinalis Buch* und *T. bullata Sow.*, welche wohl nur im braunen Jura bekannt sind, und endlich die beiden ausgezeichneten Formen *T. diphya* und *T. triangulus*, welche, zugleich mit *Ammonites tatricus*, die Kalksteine der Südalpinischen und Karpathischen braunen Juraformation charakterisiren.

Von Conchiferen sind viele zu nennen, unter welchen nicht wenige, wegen ihres sehr allgemeinen und häufigen Vorkommens, als höchst charakteristisch gelten müssen.

Ostrea Marshii Sow.	*Modiola gibbosa Sow.*
. . . . *costata Sow.*	 *Sowerbyana Orb.* <
. . . . *acuminata Sow.*	*Myoconcha crassa Sow.*
. . . . *explanata Goldf.*	*Trigonia costata Park.* <
Gryphaea dilatata Sow.	 *similis Ag.*
Pecten lens Sow.	 *clavellata Park.* <
. . . . *vimineus Sow.*	 *Bronni Ag.*
. . . . *personatus Bronn*	*Nucula Hammeri Defr.* >
. . . . *fibrosus Sow.*	*Astarte elegans Bronn*, *non Goldf.*
Lima pectiniformis Schl. <	
. . . *gibbosa Sow.*	 *pulla Röm.*
Trichites crassus Bronn.	*Anatina undulata Morr.*
. *nodosus Lycett.*	*Gresslya latirostris Ag.*
Perna mytiloides Lam.	*Pleuromya Alduini Ag.*
Avicula inaequivalvis Sow. >	*Myopsis Jurassi Ag.*
. *pectiniformis Bronn.*	*Pholadomya Murchisoni Sow.*
Aucella Pallasii Keys. Russland.	*Goniomya Knorri Ag.*

Weit geringer ist die Zahl der Gasteropoden, unter denen auch nur wenigen die Bedeutung von ausgezeichneten Leitfossilien zuerkannt werden kann; in der Lethäa werden mit einigen anderen aufgeführt:

Vermetus nodus Morr. < = *Serpula convoluta Goldf.*
Trochotoma acuminata Deslchps.
Cirrus Leachi Mill.
Litorina Meriani Bronn = *Turbo M. Goldf.*

Melania striata Sow. < = *Phasianella str. Orb.*
. . . . *Heddingtonensis Sow.* < = *Chemnitzia Hedd. Orb.*
Pileolus plicatus Sow.
Pleurotomaria conoidea Desh.
. *granulata Defr.* (*Pl. decorata*, *ornata*).
Cerithium armatum Goldf.
. *muricatum Sow.*

Die Cephalopoden haben einen ausserordentlichen Werth für die Erkennung und Bestimmung des braunen Jura, weil ihre Ueberreste dem Geologen die sichersten diagnostischen Merkmale liefern. Zahlreiche Ammoniten und einige ausgezeichnete Belemniten finden sich in grosser Menge und meist innerhalb bestimmter Etagen, weshalb sie denn auch bei der Gliederung der Formation ganz vorzüglich zu berücksichtigen sind. In der Lethäa werden folgende aufgeführt:

Ammonites depressus Buch
. *Murchisonae Sow.*
. *hecticus Münst.*
. *discus Sow.*
. *cordatus Sow.*
. *Lamberti Sow.*
. *plicatilis Sow.* <
. *Humphresianus Sow.*
. *caprinus Schl.*
. *convolutus Schl.*
Ammonites modiolaris Morr.
. *macrocephalus Schl.*
. *tatricus Pusch*
. *Bakeriae Sow.*
. *Jason Münst.*
. *Calloviensis Sow.*
. *Duncani Sow.*
Belemnites giganteus Schl.
. *semihastatus Blainv.*
Belemnotheutis antiquus Mont.

7. Würmer. Das Geschlecht *Serpula* spielt in der braunen Juraformation eine recht bedeutende Rolle, da es nicht nur in sehr verschiedenen Species, sondern auch oft in grosser Menge der Individuen vorkommt. *Serpula socialis Goldf.*, *S. gordialis Goldf.* und *S. vertebralis Sow.* sind nur ein paar von den vielen Namen, die hier aufgeführt werden könnten.

8. Insecten. Im Kalkschiefer von Stonesfield so wie im Oxfordthon bei Chippenham sind viele Ueberreste von Insecten vorgekommen.

9. Crustaceen. Einige Krebse wurden in verschiedenen Schichten des braunen Jura nachgewiesen; so besonders *Eumorphia gracilis Meyer*, welche in Würtemberg an der oberen Gränze der Formation so häufig vorkommt, dass Quenstedt die betreffenden Schichten Krebsschichten nennt; auch *Glyphea pustulosa Mey.*, *Clytia ventrosa Mey.* und *Cl. Mandelslohi* werden, die erstere aus Unteroolith und Bradfordthon, die beiden letzteren aus dem Oxfordthon Schwabens und Frankens erwähnt.

10. Fische. Man kennt dergleichen vorzüglich aus dem Kalkschiefer von Stonesfield, so wie aus der unteren Etage der schwäbischen Juraformation, in welcher letzteren sich Flossenstacheln und Zähne von *Hybodus*, auch Gaumenzähne von *Strophodus* gefunden haben. Bei Stonesfield sind

die Ueberreste von *Pycnodus Bucklandi* sehr gemein; ausserdem kommen daselbst *Strophodus magnus Ag.*, *Ganodus Oweni Ag.*, *Leptacanthus semistriatus Ag.*, *Psittacodon falcatus Ag.* u. a. vor.

11. Reptilien. Viel seltener als in der Liasformation erscheinen auch in der braunen Juraformation Ueberreste von Sauriern, welche übrigens generisch und specifisch verschieden von den liasischen Formen sind, zum Theil aber bis in die Wealdenformation reichen. Diess letztere ist z. B. der Fall mit *Megalosaurus Bucklandi Mant.* aus dem Englischen Cornbrash und Stonesfieldschiefer. *Teleosaurus Cadomensis Geoffr.* hat sich im Unteroolith und Oxfordthon bei Caen in Frankreich und *Thaumatosaurus oolithicus Mey.* im oolithischen Kalksteine bei Neuffen in Würtemberg gefunden.

12. Säugethiere. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist das Vorkommen von Säugethieren im Kalkschiefer von Stonesfield; es haben sich Unterkiefer von drei verschiedenen Species gefunden, welche die grösste Verwandschaft mit den jetzigen Didelphys-Arten zeigen, und von Owen als *Amphitherium Prevostii*, *A. Broderipii* und *Phascolotherium Bucklandi* eingeführt worden sind.

§. 413. *Uebersicht der abgebildeten Leitfossilien.*

Wir beschliessen die specielle Betrachtung der braunen Juraformation mit einer Aufzählung derjenigen Species, welche auf den Tafeln XXXIV bis XXXIX unseres kleinen paläontologischen Atlas abgebildet, und grossentheils als die wichtigsten Leitfossilien der verschiedenen Territorien dieser Formation zu betrachten sind*). Vorwaltend wurden dabei diejenigen Species berücksichtigt, welche Quenstedt für den braunen Jura des südwestlichen Teutschland als charakteristisch hervorhebt; doch

*) Dahin gehören aber auch noch, wie Leopold v. Buch gezeigt hat, für die Südalpinischen und Karpathischen Territorien, oder überhaupt für die südeuropäische Juraformation in ihrem sogenannten *type mediterranéen*, von den Pyrenäen bis zur Krimm *Terebratula diphya* und *triangulus* so wie *Ammonites tatricus*, welche in mächtigen Kalksteingebilden vorzukommen pflegen, die ihrer bathrologischen Stellung nach dem Oxfordthon entsprechen. Diese Formen wurden zwar bei der Zusammenstellung der für die braune Juraformation bestimmten Tafeln übergangen; wegen ihrer immer entschiedener hervortretenden Wichtigkeit glaubten wir jedoch später, sie dennoch in unserem Atlas aufnehmen zu müssen, und waren daher genöthigt, sie auf den Tafeln XLII und XLV zwischen den Fossilien des weissen Jura einzuschalten, was wir den Leser zu berücksichtigen bitten.

haben wir auch manche in anderen Gegenden vorkommende Leitfossilien mit aufgenommen*).

1. Bryozoen.

Intricaria Bajocensis Defr. 34, 1 *a* natürl. Grösse, *b* ein Stück vergrössert; bei Bayeux und anderwärts in Frankreich, nicht selten.
Stomatopora compressa Goldf. 34, 2, stark vergrössert.
. *intermedia* Goldf. 34, 3, bei *a* ein paar Zweige vergrössert.
. *dichotoma* Goldf. 34, 4, bei *a* desgl.; sitzt oft auf Austern.

2. Echinodermen.

Pentacrinus subteres Münst. < 34, 5, *a*, *b* und *c* Säulenstücke, *d* und *e* Gelenkflächen von Haupt- und Hilfsgliedern, vergrössert; = *Balanocrinus subt. Ag.*
Apiocrinus rotundus Mill. 34, 6 bei *a* Säulenstück und *b* Gelenkfläche; im Bradfordthone Englands; = *Ap. Parkinsoni Orb.*
Clypeus patella Ag. < 34, 7, halb verkleinert, sehr verbreitet.
Cidaris maximus Goldf. 34, 8, Fragment eines Stachels.
Nucleolites clunicularis Phill. 34, 9; sehr verbreitet; ähnlich dem *Nucl. scutatus*, der jedoch nach hinten flacher abfällt, als nach vorn.
Discoidea depressa Ag. < 41, 18; eine durch die ganze Juraformation gehende Form; = *Holectypus depressus Ag.*

3. Brachiopoden; nur Terebrateln, welche jedoch in der unteren Abtheilung der Formation gänzlich fehlen, und meist in der mittleren Abth. auftreten.

Terebratula resupinata Sow. > 34, 10; nach Davidson ist sie eine Liasterebratel, nach Quenstedt aber auch häufig im braunen Jura.
. *perovalis Sow.* 34, 11; ihr ist sehr ähnlich die *T. insignis* des weissen Jura (42, 15), welche jedoch weit grösser wird.
. *Theodori* Schl. 34, 12; nicht häufig, aber selbst in Fragmenten leicht erkennbar, daher sehr wichtig; = *T. acuticosta Hehl.*
. *bullata* Sow. 34, 13; nach Davidson identisch mit *T. sphaeroidalis Sow.* welchen Namen er vorzieht.
. *biplicata* Sow. < 34, 14; sehr verbreitet.
. *spinosa* Smith 34, 15, sehr ähnlich ist die seltenere *T. senticosa* aus dem weissen Jura.
. *ornithocephala* Sow. < 34, 16.

*) Zur Ersparung des Raumes werden in dem folgenden Texte die Nummern der Tafeln in arabischen Ziffern ausgedrückt; die erste Zahl hinter dem Namen jeder Species bezieht sich also auf die Tafel, die zweite auf die Figur.

Terebratula concinna Sow. 34, 17.
. *digona* Sow. 34, 18.
. *varians* Schl. 34, 19, meist nur so gross, wie eine kleine Haselnuss.
. *diphya Colonna* 42, 13, Südfrankreich, Alpen und Karpathen.
. *triangulus* Lam. 42, 14, ebendaselbst.

Noch sind *Terebratula quadrifida*, *T. plicatella*, *T. vicinalis*, *T. Thurmanni*, *T. lacunosa* und *T. decorata* zu nennen, von denen die drei letzteren auch im weissen Jura vorkommen.

4. Conchiferen.

Ostrea calceola Ziet. 35, 1, häufig in den Eisenerzen und braunen Sandsteinen, immer sehr dünnschalig.
. . . . *Marshii Sow.* 35, 2, ist sehr verbreitet, wird grösser und breiter, und variirt sehr in ihrer Form; = *O. crista galli Defr.*
. . . . *explanata* Goldf. 35, 3, halb verkleinert, sehr verbreitet = *O. eduliformis Schl.*
. . . . *acuminata* Sow. 35, 4, England und Nordteutschland.
. . . . *costata* Sow. 35, 5, ist fein dichotom gestreift.
. . . . *gregaria* Sow. < 43, 2; in England.
Lima pectiniformis Schl. < 35, 6; verkleinert, wird gross und hat dicke, rinnen- oder röhrenförmige Stacheln, die leicht abbrechen; äusserst verbreitet; = *Lima proboscidea Sow.*
. . . *duplicata* Sow. > 28, 14, geht aus dem Lias in den braunen Jura.
Inoceramus; ein paar wellig gerunzelte, sehr dünnschalige Species kommen nach Quenstedt häufig im unteren braunen Jura vor.
Gryphaea dilatata Sow. < 35, 7, etwas verkleinert; häufig in England, Frankreich, Teutschland, Polen, Russland, zumal im oberen braunen Jura, aber auch noch im weissen Jura.
Perna mytiloides Lam. 35, 8, halb verkleinert, sehr wichtig.
Pinna lanceolata Sow. 35, 9, halb verkleinert.
Pecten personatus Goldf. 35, 10, *a* linke, *b* rechte Klappe; höchst charakteristisch für den unteren braunen Jura; = *P. pumilus Lam.*
. . . . *demissus* Phill. 35, 11; sehr flach und dünnschalig, häufig.
. . . . *lens* Sow. 35, 12; etwas verkleinert; häufig doch meist fragmentar.
Auch *Pecten fibrosus* Sow. und *P. vimineus* Sow. sind sehr häufige Formen.
Avicula elegans Münst. 35, 13, *a* natürl. Grösse, *b* vergrössert, sehr häufig.
. *Bramburiensis* Phill. 35, 14, England.
. *pectiniformis Bronn* 35, 15, die linke und die weit kleinere rechte Klappe; bildet bisweilen ganze Bänke; ob = *A. echinata?*
. *Münsteri Bronn* 35, 16, ist nach Quenstedt im ganzen braunen Jura zu finden.
. *inaequivalvis Sow.* > 29, 2, geht in England und Teutschland vielorts aus dem Lias bis in den braunen Jura.
Pholadomya fidicula Sow. 35, 17, wird oft mit ähnlichen Muscheln verwechselt, und ist = *Lutraria lirata Sow.*

Pholadomya Murchisoni Sow. 35, 18, verkleinert, sehr bezeichnend.
. *parcicosta* Ag. 35, 19; ist häufig.
Gervillia tortuosa Quenst. 36, 1; = *Gastrochaena tortuosa* Sow.
Modiola gibbosa Sow. < 36, 2, im ganzen Jura, doch vorzugsweise im braunen.
. *cuneata* Sow. < 36, 3.
Trigonia striata Sow. 36, 4, Steinkern und Schale, sehr gewöhnlich in den Sandsteinen und Eisenerzen.
. *clavellata* Sow. < 36, 5, von oben und von der Seite.
. *costata* Lam. < 36, 6, äusserst häufig und bezeichnend für die ganze Juraformation.
Cucullaea oblonga Sow. 36, 7, häufig im Sandsteine und Eisenerze.
. *concinna* Phill. 36, 8, sehr verbreitet in den Schichten mit *Am. Parkinsoni*.
Nucula Hammeri Defr. > 29, 11, wie im Lias, doch meist kleiner.
. . . . *acuminata* Goldf. 36, 9, *a* nat. Grösse, *b* vergrössert.
. . . . *variabilis* Sow. 36, 10.
. . . . *lacryma* Sow. 36, 11, häufig im oberen braunen Jura.
. . . . *ovalis* Goldf. 36, 12, Steinkern eines kleinen und Schale eines grösseren Individuums, sehr bezeichnend für oberen br. Jura; nach Bronn eine Varietät von *N. Hammeri*.
. . . . *palmae* Sow. > 29, 8, soll gleichfalls im oberen br. Jura vorkommen.
Pullastra oblita Phill. 36, 13, dickschalig, häufig im braunen Sandstein.
Pleuromya Alduini Ag. 36, 14, sehr häufig, und die gewöhnlichste Form unter den Myaciten des braunen Jura; = *Myacites* oder *Donacites Alduini* und *Lutraria gregaria*.
Myopsis Jurassi Ag. 36, 15, = *Myacites* oder *Lutraria Jurassi*.
Goniomya literata Ag. 36, 16, = *Mya V-scripta* Sow.

Zu den wichtigeren Myaciten gehören noch *Mya aequata* Phill. kaum zollgross, mit zierlich punktirten Radialstreifen, *Mya depressa* Sow. und *Amphidesma securiforme* Phill.

Astarte depressa Münst. 36, 17.
. *elegans* Goldf. 36, 18.
. *pumila* Sow. 36, 19, *a* nat. Grösse, *b* vergrössert.
Corbula obscura Sow. 36, 20, *a* natürl. Grösse, *b* vergrössert; höchstens 3 Linien gross, aber häufig; die erbsengrosse *Isocardia minima* bildet im mittleren braunen Jura Würtembergs eine ganze Bank.

5. Gasteropoden; verhältnissmässig nur wenige.

Pleurotomaria conoidea Desh. 37, 1; ihr ähnlich sind *Pl. decorata* und *ornata*.
. *granulata* Defr. 37, 2.
Trochus monilitectus Phill. 37, 3, meist kleiner, aber häufig.
Tornatella pulla Dunk. 37, 4, vergrössert; = *Auricula Sedgwickii* Phill.
Cerithium muricatum Röm. 37, 5, = *Turritella mur.* Sow.
. *armatum* Goldf. 37, 6, vergrössert, durch einen Fehler des Lithographen steht bei der Figur $^1/_2$ statt $^2/_1$.

Turbo duplicatus Goldf. > 37, 7, jetzt *Trochus subduplicatus Orb.* gehört eigentlich zum Lias, und der ähnliche *Trochus duplicatus Sow.* hierher.

. . . . *Meriani Goldf.* 37, 8, = *Litorina Meriani Bronn.*

Melania lineata Sow. 37, 9.

. . . . *striata* Sow. 37, 10.

. . . . *Heddingtonensis* Sow. < 37, 11, wird viel grösser.

6. Cephalopoden; unter ihnen erlangen die Belemniten und die Ammoniten eine grosse Wichtigkeit, welche letztere zumal in der oberen Etage der Formation in ganz ausserordentlicher Menge der Species und Individuen auftreten.

Belemnites spinatus Quenst. 37, 12; in den oolithischen Eisenerzen, ausgezeichnet durch seine nadelförmige Spitze und durch den Mangel aller Falten.

. *giganteus* Schl. 37, 13; sehr verbreitet, wird bis anderthalb Fuss lang, ist daher meist nur in Bruchstücken zu erhalten, und variirt sehr; 13 *a* und *b* stellen ein Fragment des Alveoliten dar; = *B. Aalensis* Voltz.

. *canaliculatus* Schl. 37, 14, häufig.

. *semihastatus* Blainv. 37, 15, vielleicht identisch mit *B. hastatus Blainv.* 44, 20 aus dem weissen Jura.

. *absolutus* Fisch. 37, 16; in Russland, wird viel grösser.

Aptychus hectici Quenst. 37, 17, kommt gewöhnlich in Begleitung des *Ammonites hecticus* vor.

Nautilus lineatus Sow. 37, 18, wird viel grösser.

Ammonites Murchisonae Sow. 38, 1, sehr charakteristisch für die untere Etage, wird über fussgross; auch giebt es schmale Varietäten mit scharfkantigem Rücken, welche sich in ihrer allgemeinen Form der folgenden Species nähern.

. *discus* Sow. 38, 2; sehr ähnlich ist *Amm. discus Buch,* allein verschieden durch seine Lobenbildung; dieser letztere findet sich im oberen braunen und im weissen Jura.

. *Humphresianus* Sow. 38, 3; sehr häufig, zumal in den braunoolithischen Kalksteinen, aber auch sehr variirend.

. *coronatus* Schl. 38, 4, wird bis einen Fuss gross, und ist einer der wichtigsten Ammoniten im mittleren braunen Jura.

. *macrocephalus* Schl. 38, 5; unstreitig der wichtigste Ammonit für den oberen braunen Jura, namentlich für die dem Kellowayrock entsprechenden Schichten; er erlangt zuweilen einen Fuss im Durchmesser, und ist theils mit breitem, theils mit schmalem Rücken ausgebildet, erscheint daher bald breitmündig 5 *a*, bald hochmündig 5 *b*. Nach Quenstedt sind *Am. tumidus Rein.* und *Am. Herveyi Sow.* nur Varietäten dieser Species; eben so auch die bis 4 Zoll breiten Fragmente einzelner Windungen, welche man *Am. gigas* genannt hat.

Ammonites hecticus Rein. 38, 6; meist kleiner und verkiest; doch wird er auch bisweilen ½ Fuss gross.

. *sublaevis* Sow. 38, 7; oft noch mit erhaltener Wohnkammer.

. *anceps* Rein. 38, 8; immer nur klein, variirt sehr, und steht dem *Am. coronatus* sehr nahe.

. *triplicatus* Sow. < 38, 9; kommt auch im weissen Jura vor, ist aber dennoch in Schwaben der häufigste unter allen Ammoniten des oberen braunen Jura, und ein treuer Begleiter von *Am. macrocephalus*.

. *Parkinsoni* Sow. 38, 10 und 11; er variirt ausserordentlich, ist aber dennoch eine höchst charakteristische Form, wird bisweilen über fussgross; die in Fig. 10 dargestellte Var. ist eine der gewöhnlichsten, andere erscheinen anders; auch die Var. Fig. 11 kommt häufig vor.

. *ornatus* Schl. 39, 1; sehr häufig und meist verkiest, in der Regel kaum zollgross, variirt ausserordentlich, ist bald rundmündig bald hochmündig, und liefert die Varietäten, welche *Am. Castor*, *Am. Pollux* genannt worden sind; im Alter verschwinden die Knoten, und dann erscheint er als *Am. Duncani Sow.*

. *pustulatus* Rein. 39, 2.

. *Jason* Rein. 39, 3; wird auch grösser, und in sehr grossen Exemplaren ähnlich dem *Am. Calloviensis Sow.*; schöne, mit ihrer Schale erhaltene Exemplare von Chippenham sind von Pratt als *Am. Elizabethae* aufgeführt worden.

. *bipartitus* Ziet. 39, 4; sehr häufig in den Ornatenthonen, höchstens ¾ Zoll gross.

. *polygonius* Ziet. 39, 5, mit ausgezeichneter Längsstreifung und fast siebeneckiger Mundöffnung, meist kleiner als die Figur; gegenwärtig betrachtet ihn Quenstedt als eine Varietät von *Am. pustulatus*.

. *cordatus* Sow. 39, 6; häufig in England und Frankreich.

. *convolutus* Schl. < 39, 7; sehr häufig und meist verkiest; gewöhnlich kaum zollgross, bisweilen grösser; auch im weissen Jura.

. *annularis* Rein. 39, 8; in Schwaben und Franken seltener als der vorige, im französischen Jura sehr häufig.

. *caprinus* Schl. 39, 9; gewöhnlich viel kleiner; sehr selten in Schwaben, häufig in Lothringen und England.

. *athleta* Phill. 39, 10; jung erscheint er ganz wie *Am. annularis*; er wird bis fussgross, findet sich meist nur in Fragmenten und ist sehr bezeichnend für den oberen braunen Jura, in Schwaben, in der Schweiz wie in Frankreich und England.

. *Lamberti* Sow. < 39, 11; variirt ausserordentlich, findet sich auch noch im weissen Jura, ist aber doch sehr bezeichnend für die obersten Schichten des braunen Jura in England, Frankreich und Teutschland.

Ammonites Brongniarti Sow. 39, 12; sehr häufig bei Bayeux mit *Am. Gervillei.*

. *Bakeriae* Sow. 39, 13; selten in Schwaben, sehr häufig im Jura, in der Schweiz und in England.

. *dentatus* Rein. < 45, 2; im oberen braunen, noch mehr aber im weissen Jura.

. *tatricus* Pusch, 45, 9; in Südfrankreich, Alpen und Karpathen.

7. Würmer.

Serpula convoluta Goldf. < 39, 14; ist später von Morris als *Vermetus nodus* bestimmt worden; auch im weissen Jura.

. *limax* Goldf. 39, 15; wird bis $1/2$ Zoll dick, und bildet dann, was man *Serpula grandis* genannt hat.

. *gordialis* Bronn < 39, 16; von der Dicke eines Strohhalms, bald schlangenartig gewunden, bald zusammengeknäuelt, der Länge nach aufgewachsen; auch im weissen Jura.

. *socialis* Goldf. 39, 17; häufig im mittleren braunen Jura; ganz ähnliche Formen kommen schon in der devonischen Formation und auch noch in der Kreideformation vor.

. *tricarinata* Goldf. 39, 18; *a* nat. Grösse, *b* vergrössert, *c* Querschnitt desgl.; sitzt häufig auf Muscheln, besonders auf *Pleuromya Alduini.*

. *quadrilatera* Goldf. 39, 19; *a* nat. Grösse, *b* etwas vergrössert; selten.

B. Weisse Juraformation.

§. 414. *Gesteine der weissen Juraformation.*

Der weisse oder obere Jura entspricht innerhalb der von Leopold v. Buch ihm angewiesenen Gränzen ziemlich genau denjenigen drei oder beziehendlich vier Etagen, welche von den englischen Geologen als *Coralrag, Kimmeridgeclay* und *Portlandstone*, von Alcide d'Orbigny als *étage oxfordien, corallien, kimmeridgien* und *portlandien* aufgestellt worden sind*), während solche wohl zweckmässigerweise als blose Formationsglieder zu einer einzigen grösseren Formation zu vereinigen sein dürften.

Wie nun diese obere Juraformation schon durch ihre organischen Uebereste von der vorausgehenden braunen Juraformation sehr bestimmt geschieden wird, so giebt sich auch im Allgemeinen eine recht auffallende petrographische Verschiedenheit zu erkennen. Während nämlich die Sandsteine und Thone im braunen Jura oft recht vorwaltend werden,

*) Manches von dem, was d'Orbigny zu seinem *étage oxfordien* rechnet, gehört jedoch zur braunen Juraformation.

so treten sie im weissen Jura dermaassen zurück, dass sie vor den fast allein herrschenden Kalksteinen und Mergeln beinahe verschwinden. Denn hellfarbige Kalksteine und Kalkmergel sind es, welche in dieser Abtheilung der jurassischen Formationsgruppe die Hauptrolle spielen, und in vielen ihrer Territorien den Namen weisser Jura rechtfertigen, welchen Leopold v. Buch für das schwäbische und fränkische Territorium in Vorschlag brachte. Nächst den Kalksteinen und Mergeln nehmen die Dolomite unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche in manchen Gegenden als eine sehr auffallende Erscheinung hervortreten. Hier und da sind wohl auch Sandsteine und Thone zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt, ohne jedoch eine so allgemeine Wichtigkeit zu erlangen, wie in der braunen Juraformation. Als ganz seltene, oder doch als sehr untergeordnete Materialien sind endlich gewisse Eisenerze, Steinkohlen und Asphalt zu erwähnen. Bei der petrographischen Schilderung dieser verschiedenen Materialien beginnen wir wiederum mit den psammitischen und pelitischen Gesteinen.

1. Sandsteine und verwandte Gesteine.

In einigen Gegenden erscheinen auch innerhalb der weissen Juraformation Ablagerungen von Sandstein oder Sand, welche theils an der Basis, theils in einem höherem Niveau der Formation auftreten, dennoch aber zu den selteneren Vorkommnissen gehören. In Mähren werden diese psammitischen Gesteine sogar von bedeutenden Hornsteinmassen begleitet.

Der Coralrag Englands wird nach Conybeare und Phillips von einem gelben eisenschüssigen Quarzsande unterteuft, welcher Lagen und Concretionen eines kalkigkieseligen Sandsteins (*gritstone*) umschliesst, und oft so eisenschüssig ist, dass man an den Eisensand der Wealdenformation erinnert wird. Auch in Nordteutschland wird nach Adolph Römer der Coralrag mit einem sandigen, vorwaltend aus gelblichbraunem eisenschüssigem Sandsteine bestehenden Schichtensysteme eröffnet, während ebendaselbst auch noch im oberen Coralrag bisweilen gelbliche, feinkörnige, thonige Sandsteine auftreten. Die Verst. des nordteutschen Oolithgeb. S. 8 und 10. In der Krimm wechsellagern nach Huot mit den Mergeln und Kalksteinen des oberen Jura gelblichgraue Sandsteine. *Voyage dans la Russie meridionale*, *II*, 369.

Höher aufwärts in der weissen Juraformation kommen gleichfalls hier und da Ablagerungen von Sand und Sandstein vor, wie z. B. im Niveau des Kimmeridgethons, nach Caumont in der Normandie bei Glos und Lisieux, und nach Dufrénoy im westlichen Frankreich zwischen Niort und St. Jean d'Angely; oder im Niveau des Portlandkalkes, bei Boulogne-sur-mer und bei Vassy (Haute Marne), so wie in Wiltshire und Dorsetshire, wo die unteren Schichten des Portlandkalkes oft so sandig und glaukonitisch sind, dass man sie als Portlandsand aufgeführt hat; eine Erscheinung, die sich nach Koch und Dun-

ker auch in Nordteutschland in demselben Niveau zu wiederholen scheint. Beitr. zur Kenntniss des Nordd. Oolithgeb. S. 11. — Ganz vorzüglich entwickelt sind die Sandsteine bei Blansko in Mähren, wo sie früher von Reichenbach für Quadersandstein gehalten wurden, bis Beyrich ihre Zugehörigkeit zur oberen Juraformation erkannte. Diese Sandsteine und Sande werden nach Reichenbach oft so reich an Glaukonit, dass sie fast grasgrün erscheinen; auch sind sie mit feuersteinähnlichem Hornstein verbunden, welcher theils regellose Concretionen, theils selbständige Schichten bildet, die zuweilen in vielfacher Wiederholung über einander liegen, wie bei Speschau und Ollomauczan. Geol. Mitth. aus Mähren, 1834, S. 125 ff. Nach Beyrich beweisen die in diesem Hornstein vorkommenden Fossilien (z. B. *Terebratula loricata* und *Ammonites annularis*) dass auch seine Schichten dem mittleren weissen Jura angehören. Schon an der zwischen Latein und Turas aufragenden Kalksteinkuppe sind die Hornsteine in grosser Menge vorhanden, und zu Mstow und Grassice unweit Czenstochau sind sie so häufig, dass Feuersteine daraus geschlagen werden. Eigenthümlich für Blansko ist es nur, dass dort die Hornsteinmassen selbständig auftreten, und nur mit Thon verbunden sind. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, S. 74.

2. Thone und Schieferthone.

Im Allgemeinen bilden die Thone im weissen Jura eine eben so seltene Erscheinung wie die Sandsteine; doch erlangen sie bisweilen eine bedeutende Mächtigkeit, wie z. B. der Kimmeridgethon Englands, welcher auf Purbeck bis 600 Fuss mächtig liegt.

Dieser *Kimmeridge-clay* ist ein blaulichgrauer, zuweilen sehr bituminöser, oft kalkhaltiger oder kiesiger und mit Gypskrystallen erfüllter Schieferthon oder Thon (S. 826). Auch in der Gegend von la Rochelle, auf der Insel Oléron so wie bei Honfleur sind die thonigen Schichten in demselben Niveau sehr entwickelt. Im Dép. der obern Saône wird nach Thirria der Coralrag durch eine gelbe Thonablagerung vertreten, welche nach unten sehr viele verkieselte Korallen, nach oben viele faustgrosse Sphäroide von kieseligem Kalkstein (sogenannte *chailles*) enthält, und daher *Argile à madrépores avec chailles* genannt worden ist. Bei Blansko in Mähren beginnt der weisse Jura mit gelbem und weissem Sande, über dem grauer und schwarzer Thon liegt, welcher auf Alaun benutzt und von dichtem oder ockrigem Brauneisenerz oder Eisensandstein bedeckt wird.

3. Mergel und Mergelschiefer.

Besonders die höheren Etagen des weissen Jura, welche dem Niveau des englischen Kimmeridgethon und Portlandkalkes entsprechen, werden in vielen Gegenden von Kalkmergeln und sehr thonigen Kalksteinen gebildet, deren Schichten oftmals mit wirklichen Thonlagen abwechseln. Aber auch im Niveau des Coralrag, und zumal an der Basis desselben, erscheinen nicht selten mergelige Kalksteine, so dass überhaupt während der Bildungsperiode des weissen Jura in vielen Gegenden und zu verschiede-

nen Zeiten Thon zugleich mit dem kohlensauren Kalke zum Niederschlage gelangt sein muss.

In Schwaben und Franken wird die weisse Juraformation gewöhnlich mit einer Wechsellagerung von hellgrauen Mergeln und lichtgrauen, an der Luft zerwitternden thonigen Kalksteinen eröffnet; ähnliche blaulichgraue Mergelkalksteine erscheinen dort weiter aufwärts als die Träger und Begleiter der Spongitenkalke. In Polen wiederholen sich fast dieselben Verhältnisse; denn nach Zeuschner liegen dort über dem braunen Jura erst rothe, dann weisse mergelige Kalksteine, welche letztere zum Theil so weich wie Kreidemergel sind, und sich durch die Verwitterung schieferig aufblättern. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 605 ff. Gumprecht berichtet, dass noch dicht an der preussischen Gränze, südlich von Thorn, in 780 Fuss Tiefe jurassische Mergel mit *Terebratula impressa* erbohrt worden sind; (*ibidem*, S. 631). Bei la Rochelle in Frankreich liegt nach Dufrénoy über dem Oxfordthon und unter dem eigentlichen Korallenkalkstein ein weisser, von Terebrateln erfüllter Mergel, welcher bisweilen sehr glimmerreich und fast sandsteinartig wird.

In der Gegend von Cahors (Lot), dann bei Angoulème (Charente), bei Niort (deux Sèvres) und an vielen Orten des südwestlichen Frankreich, von Montpellier bis nach la Rochelle wird die obere Etage der weissen Juraformation hauptsächlich von dunkelgrauen und blaulichen Mergeln gebildet, welche sowohl durch ihre Lagerung, als auch durch *Exogyra virgula* und andere Fossilien als das Aequivalent des englischen Kimmeridgethons charakterisirt werden. *Dufrénoy*, *Mém. pour servir etc. I*, *p.* 379 ff. und 423. Dieselbe Etage wird nach Thurmann in der Gegend von Bruntrut durch gelblichgraue, erdige und oft sandige Kalkmergel, nach Gressly und Marcou im schweizer und französischen Jura, so wie nach Pouillon-Boblaye bei Verdun durch thonige Mergel und mergelige Kalksteine, nach Thirria im Dép. der oberen Saône durch graue Mergelschiefer mit *Exogyra virgula* repräsentirt. Auch im nördlichen Teutschland sind es, nach Adolph und Ferdinand Römer so wie nach Dunker, bald gelblichgraue mergelige Kalksteine oder Mergelschiefer, bald aschgraue Mergel mit Kalkstein-Concretionen, welche diese obere Etage des weissen Jura constituiren.

4. Kalksteine der weissen Juraformation.

Wenn schon die Mergel eine recht bedeutende Rolle spielen, so geben sich doch die eigentlichen Kalksteine als die wichtigsten Gesteine der weissen Juraformation zu erkennen; als diejenigen Gesteine, welche auf die Reliefformen und auf die allgemeine Physiognomie ihrer Territorien einen sehr wesentlichen Einfluss ausgeübt haben. Diese Kalksteine erscheinen in einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten. Zunächst sind es die dichten Kalksteine, welche, ohne mit anderen besonders hervorstechenden Merkmalen versehen zu sein, doch nach Maassgabe ihrer verschiedenen Farbe und Structur eine grosse Anzahl von Varietäten liefern; nächst ihnen gebührt den oolithischen Kalksteinen eine vorzügliche Beachtung, weil solche für den weissen Jura ganz besonders

charakteristisch sind; dann verdienen die Spongitenkalksteine und die Korallenkalksteine hervorgehoben zu werden, welche sich durch einen grossen Reichthum von petrificirten Amorphozoën oder Korallen auszeichnen; endlich treten auch hier und da Lumachellkalksteine, körnige Kalksteine und Kalksteinbreccien im Gebiete der weissen Juraformation auf.

Viele dieser Kalksteine sind durch eine Beimischung von Kieselerde auszeichnet, erscheinen daher bisweilen als förmliche Kieselkalksteine, enthalten auch mehr oder weniger zahlreiche Nieren und Lagen von Hornstein, Feuerstein oder Chalcedon, und zeigen nicht selten ihre Fossilien im Zustande einer vollkommenen Verkieselung. Einige enthalten nur Kugeln von kieseligem Kalksteine (Sphäriten), oder auch eigenthümlich gestaltete Concretionen eines ockerigen Thones (*chailles*)*). Wie übrigens viele Kalkstein-Ablagerungen, sobald sie nur einige Mächtigkeit erlangen, grössere oder kleinere Höhlen beherbergen, so ist diess auch nicht selten der Fall mit den Kalksteinen der weissen Juraformation.

Bei der grossen Bedeutung, welche die Kalksteine überhaupt für diese Formation gewinnen, müssen wir sie noch etwas näher in Betrachtung ziehen.

a. Dichte Kalksteine. Sie kommen sehr häufig vor und sind bisweilen so dicht, dass sie im Bruche wie amorphe Massen erscheinen, und nur durch den Mangel des Glanzes an kryptokrystallinische Aggregate erinnern, als welche sie sich auch unter dem Mikroskope immer zu erkennen geben.

α. Weisse oder doch hellfarbige dichte Kalksteine. Sie zeigen besonders graulichweisse, gelblichweisse oder röthlichweisse und andere, zunächst stehende lichte Farben, sind zuweilen buntfarbig (und brauchbar als Marmor), oft von Kalkspathadern durchzogen, oder mit sparsamen Kalkspathkörnern durchsprengt, und nicht selten reich an Knollen, Lagen und Nestern von grauem, braunem oder schwarzem Hornstein. Ihr Bruch ist eben oder muschelig, dabei splitterig im Kleinen; sie springen in scharfkantige Bruchstücke, sind meist deutlich, aber bald dünn bald dick, zuweilen aber ungemein mächtig geschichtet, und gewöhnlich nicht sehr reich an organischen Ueberresten, welche nur vereinzelt vorkommen. Die sehr mächtig oder undeutlich geschichteten Varietäten sind oft ausserordentlich zerklüftet, so dass sie bisweilen wie eine, aus dicht in einander gefügten eckigen Stücken

*) Diese von Thurmann so genannten *chailles* aus der Gegend von Bruntrut (Porrentruy) scheinen etwas verschieden von denjenigen zu sein, welche Thirria im Dép. der oberen Saône, in den argiles à madrepores beobachtete. Die ersteren sind rundliche Concretionen, welche im Innern hohl und vielfach zerklüftet sind, aus einem leichten, ockrigen etwas klingenden Thone bestehen, und oft auf der Oberfläche der Sphäriten liegen, in deren Masse sich ihre Scheidewände fortsetzen. Die anderen werden als Concretionen von kieseligem Kalkstein beschrieben, welche zum Theil im Innern mit gelbem kieseligem Thone rfüllt sind.

bestehende Breccie erscheinen. Mitunter kommt auch eine transversale Plattung vor, welche besonders dann sehr auffallend wird, wenn die auf solche Weise abgesonderten Schichten mit anderen, stetig ausgedehnten Schichten abwechseln*). Solche Kalksteine sind es, welche zumal im unteren und mittleren weissen Jura Englands, Frankreichs, der Schweiz, Spaniens, Teutschlands, Polens und anderer Länder eine recht gewöhnliche Erscheinung bilden.

Wenn sie sehr dünnschichtig werden, so gehen sie in Plattenkalksteine und in Kalkschiefer über. Dahin gehören die berühmten, gelblichweissen bis licht gelben (in der Tiefe jedoch blaulichgrauen), durch ihre zahlreichen und ganz eigenthümlichen organischen Ueberreste und durch ihre schönen Dendriten ausgezeichneten Kalksteine von Solenhofen und Mörnsheim in der Grafschaft Pappenheim in Baiern, welche in sehr schöne Platten brechen, die zum Dachdecken und zu Dielsteinen, und, wenn sie ganz frei von Rissen, Kalkspathadern und anderen Fehlern sind, zur Lithographie benutzt werden. Diese Kalkschiefer lassen sich von Monheim aus über Eichstädt bis in die Gegend von Ingolstadt, Kelheim und noch weiter verfolgen, wie sie denn überhaupt zwischen Weissenburg, Monheim, Marxheim und Regensburg verbreitet sind. Leop. v. Buch, in Leonh. min. Taschenb. 1824, S. 239 ff.; Klipstein, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, S. 642 f.; v. Riedheim, im Correspondenzblatt des zool. min. Vereins in Regensburg, 1848, S. 148, und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 423 ff. — Aehnliche, nur mehr thonige und daher etwas dunkler gefärbte Plattenkalksteine sind auch in Würtemberg sehr verbreitet, wie bei Heidenheim, Nattheim, Ulm, Einsingen, Blaubeuren, Urach und Nusplingen, an welchem letzteren Orte sie den Pappenheimer Gesteinen am nächsten kommen. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 452 ff. und 494. Man kennt sie auch in Frankreich, bei Cirin unweit Belley (Ain), wo sie nach den Beobachtungen von Thiollière nicht nur in petrographischer, sondern auch in paläontologischer Hinsicht die grösste Aehnlichkeit mit dem Solenhofener Schiefer besitzen, welchem sie auch, eben so wie die Würtemberger Plattenkalksteine, in ihrer bathrologischen Stellung entsprechen.

Seltener als die hellfarbigen dichten Kalksteine erscheinen in der weissen Juraformation:

β. Dunkelgraue dichte Kalksteine. Man kennt dergleichen dunkelgraue und oft bituminöse Kalksteine z. B. bei Charcenne (haute Saône) im Niveau des Coralrag; in der Gegend von Boulogne, wo sie fast graulichschwarz und reich an Conchylien sind, im Niveau des Kimmeridgethons oder Portlandkalkes; im Wesergebirge an der Porta Westphalica, wo sie als ganz dichte, dunkelgraue bis blaulichschwarze Kalksteine sowohl im Niveau des Coralrag als des Portlandkalkes auftreten, wie sich denn überhaupt nach Dunker die ganze Juraformation des Wesergebirges durch dunkle Farbe und bituminöse Beschaffenheit ihrer Gesteine auszeichnet. Auch in den Depp. der niederen

*) Die Erscheinung wiederholt sich also in verschiedenen Kalksteinen der Juraformation, vergl. S. 833, und Conybeare *Outlines of the geology of England and Wales*, p. 192.

Alpen und des Var sind dichte schwärzliche Kalksteine an der Basis der oberen Juraformation sehr gewöhnlich.

b. Oolithische Kalksteine. Sie sind in der Regel weiss oolithisch und hellfarbig, zumal gelblichweiss, röthlichweiss oder graulichweiss bis licht gelb oder grau, von dichter oder erdiger Grundmasse, in welcher feine oder grobe Oolithkörner bald sparsam, bald häufig, bald so zahlreich eingewachsen sind, dass sie dicht an einander gedrängt das ganze Gestein zusammensetzen. Diese Oolithkörner sind oft nur mohn- bis hirsekorngross, bisweilen erbsengross, selten bis nussgross (Pruntrut, Belval), bald kugelrund, bald länglich (wie Waizenkörner oder Ameiseneier), gewöhnlich concentrisch schalig, bisweilen hohl oder mit kleinem Muschelfragmente im Mittelpunkte; ja häufig erscheinen sie nur wie abgeriebene Fragmente von Muscheln oder Korallen. Wenn sie sehr gross werden, so bilden sie die von Smith Pisolith genannten Gesteine. Manche Varietäten enthalten zugleich feine und grobe, unregelmässig gestaltete Oolithkörner durch einander, (Gegend von la Rochelle und Nontron, Normandie, Heidenheim in Würtemberg); andere, und namentlich die dem Portlandkalke entsprechenden Varietäten zeichnen sich fast überall durch sehr feine und gleichmässige Oolithkörner aus, welche dann auch gewöhnlich dicht über einander liegen.

Die oolithischen Kalksteine sind bald dickschichtig, bald dünnschichtig, und liefern im ersteren Falle sehr gute Bausteine; bisweilen sind sie mit transversaler Absonderung versehen. Concretionen oder Lagen von Hornstein finden sich in ihnen wie in anderen Kalksteinen; organische Ueberreste aber sind selten, und kommen, so weit sie von Mollusken, Korallen und Krinoiden abstammen, gewöhnlich in einem fragmentaren, zermalmten und abgeriebenen Zustande vor.

c. Spongitenkalkstein. Unter diesem Namen begreift Quenstedt diejenigen Kalksteine der weissen Juraformation, welche sich durch einen grossen Reichthum von versteinerten Amorphozoën oder Spongiten auszeichnen. In Würtemberg erscheinen sie innerhalb der mittleren Abtheilung als blaulichgraue Mergelkalksteine, welche aus abwechselnd härteren und weicheren Partieen bestehen, eine krummschalige Absonderung besitzen und mit Lagen von Mergelthon abwechseln; bei der Verwitterung des Gesteins werden die festeren Spongiten herausgelöst, und liegen daher zahlreich auf der Oberfläche herum. In der obern Abtheilung dagegen, so wie in Franken und Polen pflegen es mehr weisse oder doch hellfarbige Kalksteine zu sein, welche auf ähnliche Weise mit Spongiten erfüllt sind. Ueberhaupt aber ist es weniger die petrographische Beschaffenheit als das häufige Vorkommen dieser Fossilien, was die Spongitenkalksteine charakterisirt.

d. Korallenkalkstein. Es sind theils dichte, theils körnige, theils erdige oder poröse, überhaupt in ihrer Beschaffenheit sehr abwechselnde, oft kieselige, meistentheils jedoch hellfarbige Kalksteine, welche einen grossen Reichthum von versteinerten Korallen beherbergen, ja oft als blosse Aggregate solcher Fossilien, als förmliche petrificirte Korallenriffe erscheinen. Diese Korallen sind gewöhnlich durch Kalkstein oder Kalkspath, nicht selten auch durch Kieselerde petrificirt, bisweilen hohl und mit eisenschüssigem Thone erfüllt, in welchem Falle das Gestein von gewundenen Röhren durch-

zogen erscheint. Die Schichtung der Korallenkalksteine ist mehr oder weniger undeutlich und unregelmässig; ja bisweilen erscheint das Gestein in grossen, plumpen Felsmassen durchaus ungeschichtet. Der Coralrag Englands und die Korallenkalksteine Frankreichs (bei la Rochelle, Nontron, Rochefoucault, Lisieux u. a. O.), Hannovers (bei Hildesheim, am Lindner Berge), Frankens, Schwabens und anderer Länder liefern gute Beispiele.

e. Lumachellkalkstein; besonders in der oberen Etage der weissen Juraformation kommen bisweilen Schichten eines mergeligen Kalksteins vor, welcher dermaassen mit Schalen von *Exogyra virgula* erfüllt ist, dass er eine wahre Lumachelle bildet; so z. B. nach Dufrénoy in der Gegend von Cahors und Angoulème. Eben so findet sich nach Quenstedt im weissen Jura Würtembergs ein Gestein, welches nur aus dicht über einander gepressten Schalen von Monotis besteht.

f. Körniger Kalkstein. Manche der zuletzt betrachteten Kalksteine sind bisweilen körnig in ihrer Grundmasse, und auch die dichten Kalksteine entfalten nicht selten eine mehr oder weniger deutliche körnige Textur. Krystallinisch-grobkörniger Kalkstein kommt jedoch selten vor; so z. B. in Würtemberg, wo er nach Schübler dem Dolomite sehr ähnlich, aber schon durch sein geringeres spez. Gewicht zu erkennen ist. Quenstedt nennt ihn zuckerkörnigen Kalk; er ist licht gelb gefärbt, erleidet durch die Verwitterung eine Bräunung und unregelmässige Ausnagung, und ist auf der schwäbischen Alb sehr verbreitet. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 448. Manche ausserdem vorkommende körnige Kalksteine sind als Krinoidenkalksteine zu beurtheilen.

g. Kalksteinbreccien. Sie kommen hier und da im Gebiete des weissen Jura vor; z. B. nach Tschihatscheff in den Umgebungen des Monte Gargano in Neapel, und nach Huot in der Krimm; auch bei Kuronitz in Mähren findet sich nach Glocker eine Breccie aus Kalksteinfragmenten und mergeligem Bindemittel. Neues Jahrb. für Min. 1842, 24.

5. Dolomit. In einigen Territorien der weissen Juraformation erscheinen bedeutende Ablagerungen von Dolomiten, welche sich durch ihre krystallinische, porose und cavernose Structur, durch ihre meist schroffen und oft abenteuerlichen Felsformen von den benachbarten Kalksteinen unterscheiden, mit denen sie gewöhnlich unter so eigenthümlichen Verhältnissen verknüpft sind, dass sie als das Product einer Metamorphose derselben betrachtet werden müssen. Besonders Franken, Würtemberg, Hannover und die Cevennen zeigen uns diese Dolomite in einer grossartigen Entwickelung.

Von den Juradolomiten Frankens, welche dort zu dem Coralrag gehören, gab Leopold v. Buch eine herrliche Schilderung, deren Interesse durch die daran geknüpften theoretischen Folgerungen nicht wenig erhöht wird. Nachdem er auf die zuckerartig körnige, oder poros-krystallinische Textur dieser Gesteine, auf ihre cavernose Structur, auf die durch kleine Dolomit-Rhomboëder drusigen Wände ihrer Cavitäten, auf den oft gänzlichen Man-

gel oder die Seltenheit deutlicher organischer Ueberreste*), auf ihre herrschende lichtgelbe Farbe aufmerksam gemacht hat, beschreibt er ihre merkwürdigen Felsformen. Während der fränkische Dolomit da, wo er vom Kalkschiefer bedeckt wird, nur in den Thaleinschnitten in schroffen Felswänden entblöst ist, so bildet er weiter nördlich isolirte Kuppen und kleine Plateaus. „Man sieht steil abgeschnittene Felsen von beträchtlicher Höhe getrennt durch grosse Spalten, welche sie vom Gipfel bis zum Fusse durchziehen. Man glaubt aus der Ferne die unermesslichen Trümmer alter Schlösser zu sehen, oder ganze Festungen von Bergen; allein häufig vermehren sich die wundersamen Hervorragungen in dem Grade, dass man sich ganz nahe von einem Hundert dieser Hügel umringt sieht, welche auf dem gleichförmigen Niveau der Kalklagen vertheilt sind. Man steigt nur durch Spalten hinan, und selbst hier mühsam; ein grosser Theil von ihnen ist völlig unzugänglich. So sind die kleinen Berge von 200 bis 300 Fuss Höhe zwischen Pegnitz und Hersbruck bei Nürnberg; so sind jene, welche man auf den Höhen von Erlangen sieht, bei Streitberg, Velden, Muggendorf, Gailenreuth. Der Dolomit bleibt stets von derselben Natur; er ist immer gelb und körnig, glänzend in der Sonne, und die kleinen Rhomboëder, aus welchen er besteht, berühren sich nur an einigen Stellen. Ihre Verbindung wird daher ziemlich leicht aufgehoben, und die Masse zersetzt sich zu Sand; daher kommt es, dass der Fuss dieser sonderbaren Felsen stets von Sand umgeben ist, den man für Quarzsand halten würde, wenn eine genauere Untersuchung nicht erkennen liesse, dass jedes Korn desselben ein vollkommenes Rhomboëder ist. Zu den Dolomitfelsen gelangt, welche dieser Sand andeutet, sieht man, dass die Spalten sich zu Grotten und geräumigen Höhlen erweitern, welche den Berg nach den manchfaltigsten Richtungen durchziehen. Es sind diess die bekannten Höhlen mit Gebeinen von Bären, bei Muggendorf und Gailenreuth. Sie dringen tief in den Berg ein, und ziehen oft abwärts, aber noch hat man sie nicht in die Kalklagen eindringen sehen; stets trifft man sie im Dolomite.“ Leonh. min. Taschenb. 1824, S. 255 f.

Damit ganz übereinstimmend sind die Beschreibungen anderer Beobachter. Geht man von Forchheim das Wiesentthal aufwärts über Ebermannstadt, so erreicht man bei Streitberg die wilde, rauhe und sehr ausgedehnte Dolomitregion von Muggendorf und Gailenreuth. Dass sich diese Gebirgspartie nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande befindet, sieht man sogleich. Alles scheint zerstört, Spalten und Klüfte bringen thurmähnliche Gestalten hervor, und Verwitterung und Einstürze setzen die Zerstörung fort. In der Nähe des Wiesentthales ist die Verwüstung am schrecklichsten; eine grosse Felsenruine ist die Riesenburg bei Muggendorf; ein grausiges Bild der Zerstörung bietet

*) Indessen sind doch sowohl Schichtung als auch Fossilien nicht selten deutlich erkennbar. Leopold v. Buch selbst erwähnt organische Ueberreste, bemerkt jedoch, dass sie nur so wie in Sandsteinen, als Steinkerne und Abdrücke vorkommen. Später machte v. Strombeck aufmerksam darauf, dass ihre Schalen in ein schneeweisses, zerreibliches Mineral von kieseliger Natur verwandelt seien. Karstens Archiv, Bd. 3, 1831, S. 539. Dasselbe bestätigte L. v. Buch in seiner berühmten Abhandlung über den Jura in Teutschland, S. 12.

der Wichsenstein, der im weiten Umkreise von Dolomit-Trümmern umlagert ist. Tantscher in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 8, 1835, S. 488 ff.

Dass nun aber diese fränkischen Dolomite wirklich, wie es Heim vermuthet und Leopold v. Buch entschieden ausgesprochen hatte, als metamorphische Gebilde zu deuten sind, diess ist neulich durch Pfaff mit sehr guten Gründen dargethan und zugleich in einer sehr ansprechenden Weise geltend gemacht worden, indem die Umwandlung des Kalksteins durch Wasser erklärt wird, welches kohlensaure Magnesia aufgelöst hielt. Pfaff beschreibt die sehr unregelmässige Begränzung, welche der Dolomit sowohl seitwärts als abwärts gegen den unterliegenden Kalkstein (z. B. oberhalb Streitberg) erkennen lässt; er macht aufmerksam auf das Vorkommen von weissem dichten Jurakalk in und über dem Dolomite (wie am Adlersteine, hinter der Ruine Streitburg und bei Hetzelsdorf); er hebt die ungeschichtete, wild zerklüftete und zerrissene Beschaffenheit des Dolomites, die allmäligen Uebergänge des Kalksteins in den Dolomit, die in diesen Uebergängen eintretende Verundeutlichung der Schichtung und die Schwankungen der chemischen Zusammensetzung des Dolomites (von 6 bis 43 p. C. Magnesiacarbonat) hervor, um zu beweisen, dass der Dolomit nur umgewandelter Kalkstein sei. Man könne jedoch nur einen hydrochemischen Umwandlungsprocess voraussetzen; da nun der Mangel an Gyps die Einwirkung von schwefelsaurer Magnesia ausschliesse, da für die Annahme von Chlormagnesium keine Gründe vorlägen, so sei es wohl am einfachsten, die Einwirkung von Quellen vorauszusetzen, welche kohlensaure Magnesia aufgelöst hielten, und sich in die damaligen Bäche, Flüsse, Seen (und Meeresbusen) ergossen, von deren Betten aus die Umwandlung erfolgte; woraus denn auch die ungleiche Vertheilung des Dolomites in horizontaler und verticaler Richtung zu erklären sei. Poggend. Ann. Bd. 82, 1851, S. 465 ff.

In Würtemberg ist der Dolomit zwar weniger verbreitet als in Franken, dennoch aber auf der Höhe der schwäbischen Alp, zumal bei Blaubeuren, unter ganz ähnlichen Verhältnissen zu finden; nach Schübler ist er weiss, krystallinisch-körnig, poros, bald fest bald zerreiblich, hat das Gewicht 2,72—2,77 (pulverisirt sogar 2,82) und hält 25 bis 42 p. C. kohlensaure Magnesia. Die Höhlen der Alp befinden sich jedoch nicht in ihm, sondern im geschichteten Jurakalkstein. (Schübler in v. Alberti's Werk, die Gebirge des Königr. Würtemberg, S. 293 f.). Nach Quenstedt erscheint der Dolomit auch dort so innig mit dichtem Marmor und mit körnigem Kalkstein verbunden, dass alle drei Gesteine ein compactes Ganzes bilden, indem sich hier ein grosser Marmorfelsen zwischen Dolomiten hervordrängt, während dort der zuckerkörnige Kalkstein beide überflügelt. Wie ein Granit den andern Granit nach allen Richtungen durchdringt, eben so vermischen sich diese drei Gesteine auf das Unbestimmteste durch einander. Auf den kleinsten Wänden, auf unbedeutenden Strassendurchbrüchen sieht man sie in einander verschlungen, und wird unwillkürlich an Leopold v. Buch's Theorie erinnert, dass eine ausgedehnte Masse von dichtem Marmor durch Magnesia stellenweise in Dolomit verwandelt worden sei. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 448.

In Hannover kommt der Dolomit nach v. Strombeck unter sehr lehrreichen Verhältnissen am Kahlenberge bei Echte vor, (vergl. I, 802); er ist dort nach A. Römer und Dunker im ganzen Umfange der Hilsmulde vorhanden,

und giebt sich schon aus der Ferne durch nackte, steile Wände und durch ruinenähnliche Felsen zu erkennen; bei grauer oder röthlicher Farbe besitzt er übrigens die Eigenschaften der fränkischen Dolomite, und enthält auch nicht selten organische Formen des Coralrag.

Auch in den Cevennen bildet der Juradolomit nach Theobald steile Berge, jäh ansteigende Felsen von phantastischen, thurm- oder ruinenartigen Formen, Zacken und Nadeln und tief eingerissene wilde Schluchten, und umschliesst viele Höhlen von z. Th. ausgezeichneter Grösse und Schönheit. Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 680.

Gyps, dieser in anderen Formationen so gewöhnliche Begleiter des Dolomites scheint in der Juraformation fast gar nicht vorzukommen. Doch gedenkt Dunker eines Falles bei Nammen unweit der Porta Westphalica, wo im oberen Jurakalke nicht unbedeutende Gypsmassen liegen sollen, die mit Thon gemengt sind, und derbe Partieen von reinem Schwefel enthalten. Neues Jahrb. für Min. 1838, S. 534.

6. Eisenerze. Bohnerze (I, 688) scheinen zwar bisweilen im Jurakalke unter solchen Verhältnissen vorzukommen, dass sie vielleicht noch der Juraformation angehören; grösstentheils aber sind sie weit jüngere Bildungen, welche theils auf der Oberfläche, theils in Spalten und Höhlenräumen des Jurakalkes während der tertiären Periode abgesetzt wurden. Bei Blansko in Mähren kommen in und über den Sandsteinen des oberen Jura nicht nur ähnliche Bohnerz-Ablagerungen, sondern auch bedeutende Massen von dichtem und ockerigem Brauneisenerz vor.

Gressly hat es sehr wahrscheinlich gemacht, dass das Material der Bohnerzgebilde durch Schlamm- und Wasser-Eruptionen lange nach der Bildung des Portlandkalksteins geliefert worden sei; eine Ansicht, welche später sehr ausführlich von Quiquerez entwickelt worden ist. Neue Denkschriften der allg. Schweizerischen Ges. XII, 1852.

7. Kohlen. Es sind nur wenige und unbedeutende Vorkommnisse von kohligen Substanzen in der weissen Juraformation bekannt.

Dahin gehören z. B. die sogenannte Kimmeridgekohle in England, welche eigentlich nur eine Art von Brandschiefer ist; dann die erdigen Lignitschichten, welche nach Dufrénoy in den oberen Juramergeln bei Mercues und Rodes in der Gegend von Cahors bekannt sind, so wie die vier Steinkohlenflötze bei Boltigen im Kanton Bern, welche zwischen sandigem Kalkstein und Mergelschiefer liegen, von marinen Conchylien begleitet werden, aber noch niemals eine Spur von Pflanzenresten erkennen liessen, weshalb Studer geneigt ist, sie für Kohle thierischen Ursprungs zu halten. Geologie der westlichen Schweizeralpen, S. 276. Alle diese kohligen Bildungen gehören derjenigen Etage der weissen Juraformation an, welche dem Kimmeridgethone und Portlandkalke entspricht.

8. Asphalt. An einigen Puncten sind gewisse Kalksteine der Juraformation dermaassen mit Asphalt imprägnirt, dass sie als sogenannter Asphaltstein gewonnen und auf Asphalt benutzt werden. Es verhält sich

jedoch mit diesem Asphalte wie mit dem Bohnerze, d. h. es ist ein jüngerer Eindringling, welcher erst während der Tertiärperiode in den Jurakalkstein gelangt zu sein scheint. Bekannt sind z. B. die Vorkommnisse von Seyssel (Dép. de l'Ain), aus dem Val de Travers im Kanton Neuchâtel, von der Insel Brazza bei Spalatro und von einigen anderen Punkten Dalmatiens.

Bei Pyrimont, eine Stunde nördlich von Seyssel, liegen die in neuerer Zeit so wichtig gewordenen Asphaltgruben. Dort ragt unter der tertiären Molasse eine Kalkstein-Ablagerung der Juraformation hervor, deren ungeschichtetes Gestein mit Asphalt imprägnirt und von Asphaltadern durchzogen ist. Dasselbe ist aber auch der Fall mit der aufliegenden Molasse, in welcher die Asphaltadern noch weit stärker sind. Auch im Val de Travers findet sich ganz ähnlicher asphalthaltiger Kalkstein. Auf der Insel Brazza liegen in einem gelblichweissen Jurakalksteine mehre Dolomitschichten von 10 bis 12 Fuss Mächtigkeit, welche mit Asphalt geschwängert sind, und steinbruchsartig gewonnen werden; nach Karsten beträgt ihr Gehalt an Asphalt über 7, ihr Gehalt an kohlensaurer Magnesia über 32 Procent. Am Elligser Brinke bei der Karlshütte in Braunschweig, so wie anderwärts in der nordteutschen Juraformation sind nach Dunker ganze Schichten der Juraformation von Bergpech durchdrungen.

§. 415. *Gliederung der weissen Juraformation in Würtemberg.*

Da auch die weisse Juraformation vom paläontologischen Standpunkte aus in Würtemberg genauer als anderwärts in Teutschland nach ihrer Gliederung erforscht worden ist, so geben wir zuvörderst eine Uebersicht des dortigen, durch Quenstedts Untersuchungen classisch gewordenen Territoriums.

In Würtemberg sind es weisse, reine oder auch mergelige Kalksteine, welche die Hauptrolle spielen, und sich in bedeutender Mächtigkeit mit hervorragenden Massen über dem braunen Jura aufthürmen. Wenn auch stellenweise etwas dunklere Farben erscheinen, so erreichen sie doch niemals jenes schwärzliche Grau oder Blau, welches die Thone des braunen Jura zu zeigen pflegen, weshalb denn schon die Farbe dem Auge einen leicht erkennbaren Abschnitt zwischen beiden Formationen vorführt.

Bei einer Mächtigkeit von 800 bis 1000 Fuss lässt sich auch in Würtemberg die Formation in drei Abtheilungen zerfällen, welche Quenstedt als unteren, mittleren und oberen weissen Jura aufführt, und besonders nach ihren organischen Ueberresten unterscheidet; diese finden sich in der unteren Abtheilung noch häufig verkiest, in der mittleren ausschliesslich verkalkt, in der oberen nicht selten verkieselt.

Quenstedt bemerkt jedoch, dass es nirgends schwerer sei, sich in den Unterabtheilungen zu orientiren, als im weissen Jura, und dass es einer genauen Kenntniss der Gesteine wie der Petrefacten, und eines nur durch lange Uebung zu erlangenden Taktes bedürfe, um sich vor Irrthümern zu bewahren.

Obgleich nun keine vollständige Uebereinstimmung in der Gliederung der englischen, der französischen und der teutschen Juraformation zu erwarten ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die weisse Juraformation Würtembergs in ihrer Totalität denjenigen Schichtensystemen aequivalent ist, welche anderwärts als obere Oxfordmergel, Coralrag, Kimmeridgemergel und Portlandkalk bezeichnet worden sind, indem die beiden letzteren Etagen eben so nur eine besondere Facies des oberen Coralrag darstellen, wie solches mit anderen, in Teutschland bekannten oberen Schichtensystemen der Fall ist.

I. Untere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

α. Mergelige und thonige Kalksteine mit *Terebratula impressa*. Unmittelbar über den dunkeln Ornatenthonen des braunen Jura erheben sich, gewöhnlich mit steilem Gehänge, graue, wohlgeschichtete Kalkmergel, welche mit Thonkalksteinen regelmässig wechsellagern. Diese Thonkalksteine sind licht rauchgrau und äusserst homogen, zerfallen aber durch die Einwirkung der Atmosphärilien zu einer lockeren, knätbaren Masse, weshalb sich denn an diesen Gehängen hoch hinauf Bergrutschen ausbilden.

Nach unten sind diese Schichten sehr arm an organischen Ueberresten; höher hinauf enthalten sie viele, aus Eisenkies entstandene Klumpen von Brauneisenerz, und dann erscheinen auch verkieste Fossilien, als *Terebratula impressa*, *Disaster granulosus*, *Ammonites convolutus* u. a., meist mit rauher Oberfläche und nicht so schön und elegant wie in den Ornatenthonen; noch höher verschwindet der Eisenkies gänzlich, und die sparsamen Conchylien sind verkalkt, während die Kalksteine selbst reiner und minder verwitterlich werden.

β. Wohlgeschichtete Kalksteine. Unmerklich gelangt man aus den oberen Schichten der vorigen Etage in diese lichter gefärbten, dicht über einander geschichteten Kalksteine, welche niemals zu einer knätbaren Masse, sondern nur zu eckigen Brocken zerwittern, die in hohen Schutthalden den unteren thonigen Schichten angelagert sind. Der Kalkstein selbst ist ganz homogen, muschelig im Bruche und leicht zersprengbar; er bildet Steilwände, an deren Fusse die meisten Quellen des Neckargebietes hervorrieseln.

Die Gesammtmächtigkeit beider Etagen ist auf 500 F. zu schätzen, von welchen die grössere Hälfte auf die untere Etage kommt.

Organische Ueberreste sind in dieser unteren Abtheilung nicht gerade sehr zahlreich und manchfaltig; die Conchylien erscheinen oft verkiest, die übrigen Formen verkalkt; als einige der wichtigsten Species nennt Quenstedt die folgenden:

Turbinolia sp. ind. kegelförmig, sehr klein.
Pentacrinus subteres
Asterias jurensis, einzelne Glieder.
Disaster carinatus
Disaster granulosus
Terebratula impressa
Rostellaria bispinosa, häufig.
Ammonites alternans
. *complanatus*
. *convolutus*.

II. Mittlere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

Diese Abtheilung erscheint wegen des grossen Reichthums an eigenthümlichen Fossilien als das wichtigste Formationsglied des ganzen weissen Jura. Ihre Kalksteine zeichnen sich durch eine vorherrschende Neigung zur oolithischen Structur aus, ohne jedoch aus dicht gedrängten Oolithkörnern zu bestehen; auch sind sie oft mächtig und sehr undeutlich geschichtet, so dass sie in plumpen, fast überhängenden Felsmassen anstehen, welche eine wesentliche Zierde des Alprandes ausmachen. Diese Felsen sind jedoch dermaassen zerklüftet, dass sie dass Ansehen einer aus lauter dicht in einander gefügten eckigen Stücken bestehenden Breccie gewinnen; desungeachtet gehören sie zu den festesten Gesteinen des weissen Jura. Es lassen sich auch in dieser Abtheilung zwei Regionen oder Etagen unterscheiden.

γ. Blaulichgraue Mergelkalksteine mit *Terebratula lacunosa* und Spongiten. Die tiefsten Schichten dieser Etage haben Aehnlichkeit mit denen der Etage *α*, doch sind sie alle mehr gleichmässig hart, weniger deutlich markirt, und stärker zerklüftet; von organischen Ueberresten enthalten sie fast nur canaliculirte Belemniten, planulate Ammoniten nebst *Ammonites inflatus*. Höher aufwärts scheiden sich festere Bänke aus, welche mit *Terebratula lacunosa*, *T. biplicata*, zahllosen Spongiten und mancherlei anderen Fossilien erfüllt sind, und stellenweise in grossartigen Felsbildungen zu einer Mächtigkeit von mehren hundert Fuss anschwellen, während sie anderwärts den blaulichgrauen Mergelkalksteinen untergeordnet erscheinen. In diesen letzteren giebt sich besonders die oolithische Structur zu erkennen.

δ. Regelmässig geschichtete Kalksteine. Anfangs noch blaulichgrau, welche Farbe jedoch weiter aufwärts immer mehr der gelben Platz macht, unterscheiden sich diese Kalksteine von den vorhergehenden durch ihre grosse Festigkeit und deutliche Schichtung, durch ihre Oolithkörner und durch den fragmentaren Zustand ihrer Fossilien. Sie

liefern guteBausteine, und sind daher vielorts durch Steinbrüche aufgeschlossen. Die Spongiten und *Terebratula lacunosa* kommen hier nicht mehr vor.

Unter den organischen Ueberresten dieser Abtheilung bilden besonders die Amorphozoën (Spongiten) eine sehr auffallende Erscheinung, weil sie in ausserordentlicher Manchfaltigkeit der Formen und in erstaunlicher Menge der Individuen vorkommen, während die eigentlichen Korallen fast gänzlich vermisst werden. Ueberhaupt aber ist diese Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens sehr reich an Fossilien, von welchen Quenstedt besonders folgende hervorhebt.

Scyphia reticulata, viele Varr.	*Terebratula pectunculus*
. *texturata*, desgl.	 *coarctata*
. *clathrata*, desgl.	*Ostrea Römeri*
. *costata*	*Monotis sp. ind.*
. *pertusa*	*Pecten subpunctatus*
. *articulata* und	 *velatus*
. viele andere Species	*Isocardia (Nucula) subspirata*
Cnemidium lamellosum	 *(Nucula) texata*
. *rotula*	*Natica jurensis*
. *stellatum*	*Pleurotomaria suprajurensis*
. *rimulosum*	*Trochus jurensis*
Tragos patella	*Belemnites hastatus*
. . . . *acetabulum*	*Nautilus aganiticus (sinuatus)*
Eugeniacrinus caryophyllatus	*Ammonites alternans*
. *nutans*	 *dentatus*
Pentacrinus cingulatus	 *inflatus*
Asterias tabulata, Fragmente	 *flexuosus*
. *scutata*, desgl.	 *serrulatus*
Echinus nodulosus	 *Reineckianus*
Terebratula lacunosa, viele Varr.	 *polyplocus*
. *biplicata*	 *polygyratus*
. *nucleata*	 *biplex*
. *subtriata*	 *colubrinus*
. *loricata*	*Aptychus latus.*

III. Obere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

Diese ausgezeichnetste Abtheilung der ganzen Formation wird sowohl durch ihre Gesteine wie durch ihre Petrefacten auf eine höchst bestimmte Weise charakterisirt, und lässt gleichfalls zwei Etagen unterscheiden.

ε. Ungeschichtete Kalksteine und Dolomite. Sie bilden jene grottesken Felsen, welche die Donau unterhalb Tuttlingen begleiten, in der Regel nicht eine Spur von Schichtung erkennen lassen, und wesentlich aus dreierlei verschiedenen Gesteinen bestehen. Ein hellfarbiger, bisweilen bunter, äusserst homogener und dichter Kalkstein

(sogenannter Marmor), ein lichtgelber, durch die Verwitterung braun werdender, und zu vielen Vertiefungen und Löchern ausgenagter, krystallinisch körniger Kalkstein, und ein graulichweisser, mehr feinkörniger Dolomit, das sind diejenigen drei Gesteine, welche, ohne bestimmte Ordnung durch einander vorkommend, diese Etage hauptsächlich zusammensetzen. Doch walten im Allgemeinen die zuckerkörnigen Kalksteine vor; sie bilden auf der schwäbischen Alp eine der bedeutendsten Flächen, und sind für Schwaben, was die Dolomite für Franken sind.

Alle drei Gesteine sind oft durch einen bedeutenden Gehalt an Kieselerde ausgezeichnet, welcher sich auch in zahlreichen, bald grossen bald kleinen, und oft seltsam gestalteten Knollen von unreinem Flint oder Chalcedon concentrirt hat. Manche Felsen sind ganz erfüllt von diesen Knollen, welche durch die Verwitterung des Gesteins herausgelöst werden, und dann in grosser Menge auf der Oberfläche herumliegen. Vorzüglich in der oberen Region dieser Etage tritt der Kieselgehalt recht auffallend hervor, wobei es auffallend ist, dass die Kalksteine gerade über und unter den kieselreichen Lagen oft schneeweiss werden.

Ausser den genannten drei Gesteinen erscheint jedoch auch stellenweisse, und namentlich in der Gegend von Heidenheim, Schnaitheim und Giengen, ein sehr ausgezeichneter oolithischer Kalkstein, welcher, eben so wie die schneeweissen Kalksteine, die oberste Stelle einnimmt, bis 100 Fuss und darüber mächtig wird, und den trefflichsten Werkstein liefert.

Organische Ueberreste kommen am seltensten in den Dolomiten, etwas zahlreicher in den körnigen Kalksteinen, aber oft recht häufig in den dichten Marmorkalken vor; zumal nach oben, wo sich wieder eine Tendenz zur Schichtung einstellt, da erscheint ein grosser Reichthum von Petrefacten, welche gewöhnlich verkieselt und trefflich erhalten sind. Aber nur dort, wo Korallen vorkommen, finden sich viele Fossilien, während die übrigen Regionen in der Regel arm zu sein pflegen; daher sind es besonders die grossen Korallenfelder bei Heidenheim, Giengen und Nattheim, wo die grösste Manchfaltigkeit der Formen angetroffen wird.

ζ. Plattenkalksteine. Ueber den fast ungeschichteten, hellfarbigen Gesteinen der vorigen Etage folgen andere Gesteine, welche sich sowohl durch ihre höchst vollkommene Schichtung, als auch durch ihre dunklere Farbe recht auffallend unterscheiden. Es sind nämlich dünnschichtige, ja sogar dünn plattenförmige, thonige Kalksteine, welche oft zu einem vollkommenen Mergelthone zerwittern, auch nicht selten mit dunkeln, pentakrinitenhaltigen Thonmergeln abwechseln, nach oben aber

mit gelben Kalkplatten endigen, in denen überall die Scheeren eines kleinen Krebses vorkommen, weshalb Quenstedt für diese Gesteine den Namen Krebsscheerenkalk vorschlägt. In den tieferen Schichten kommen auch noch zum Theil die Spongiten und die verkieselten Muscheln der unterliegenden Etage vor. Die Oberfläche der verwitterten Platten ist, nach der Beobachtung von Rogg, sehr häufig mit bindfadenbreiten, in einander einmündenden Furchen versehen.

Diese Plattenkalksteine erlangen stellenweise bis 100 Fuss Mächtigkeit, lassen sich ununterbrochen auf der ganzen schwäbischen Alp verfolgen, liegen überall auf den Dolomiten oder körnigen Kalksteinen, und sind in aller Hinsicht als das vollkommene Aequivalent der im benachbarten Franken vorkommenden Pappenheimer Kalkschiefer charakterisirt, mit denen sie auch jenseit des Ries über Monheim im unmittelbaren Zusammenhange stehen. Ihre Lagerungsverhältnisse sind eigenthümlich; denn obwohl sie über den Gesteinen der vorhergehenden Etage liegen, so ziehen sie sich doch bisweilen in die Thäler hinab, deren Gehänge von diesen Gesteinen gebildet werden, oder umgeben einzelne Kuppen derselben in mantelförmiger Umlagerung, so dass die Berggipfel der plumpen Felsenkalke inselartig über die Kalkschiefer hinausragen.

Unter den organischen Ueberresten dieser ganzen oberen Abtheilung des weissen Jura sind die zahlreichen Korallen besonders auffallend, welche gewöhnlich verkieselt, und nur in den schneeweissen Kalksteinen verkalkt vorkommen. Amorphozoën oder Spongiten erscheinen hier seltener, als in der mittleren Abtheilung; auch die Ammoniten spielen eine untergeordnete Rolle, indem ausser einigen Planulaten nur wenige andere auftreten. Eine grosse Wichtigkeit erlangen einige Species von *Aptychus*, mehre Krinoiden und Echiniden, so wie insbesondere viele Species von *Terebratula* und *Nerinea*.

Quenstedt hebt unter anderen besonders folgende Formen hervor:

Scyphia articulata	*Astraea helianthoides*
. *reticulata*	 *confluens*
. *radiciformis*	 *cristata*
Cnemidium, mehre Species	*Ceriopora angulosa*
Anthophyllum obconicum	*Pentacrinus pentagonalis*
. *turbinatum*	*Apiocrinus mespiliformis*
Lithodendron trichotomum	 *rosaceus*
. *plicatum*	*Solanocrinus costatus*
. *dianthus*	*Cidaris coronatus*
Astraea alveolata	*Echinus sulcatus*
. *oculata*	*Disaster carinatus*
. *lobata*	*Discoidea depressa*
. *limbata*	*Terebratula subsimilis*

Terebratula trilobata
. *inconstans*
. *pectunculoides*
. *trigonella*
. *lagenalis*
. *insignis*
Ostrea colubrina
Lima pectiniformis
Pecten subspinosus
. . . . *cingulatus*
Pinna ampla
Trigonia clavellata
Arca aemula
Nucula cordiformis
Opis cardissoides
Pleuromya donacina
Nerinea depressa
. *Mandelslohi*
. *Gosae*

Nerinea flexuosa
. *punctata*
Melania striata
Nerita cancellata
Turbo clathratus
. *princeps*
Nautilus sinuatus
Aptychus latus
. *lamellosus*
Ammonites inflatus
. *flexuosus*
Lumbricaria gordialis (Kololithen)
Serpula gordialis
. *grandis*
. mehre andere Species
Kresbscheeren
Schuppen von Leptolepis
Zähne verschiedener Fische
Saurierzähne.

In Franken zeigt der weisse Jura noch eine sehr übereinstimmende Gliederung mit derjenigen, welche uns Quenstedt in Schwaben kennen gelehrt hat. Auch dort wird die untere Abtheilung vorwaltend von Kalkmergeln und wohlgeschichteten weissen Kalksteinen gebildet, über denen sich dann die mittlere Abtheilung mit dichten, oft massigen Kalksteinen ausbreitet, welche reich an planulaten Ammoniten, an Spongiten und Korallen sind. Allein diese Abtheilung ist es gerade, welche dort in ihrem oberen Theile nach zweierlei Richtungen einen eigenthümlichen Charakter entfaltet, indem sie einestheils in jene mächtigen Dolomit-Ablagerungen übergeht (S. 867), welche nach Leopold v. Buch keine neu eintretende Etage, sondern nur eine Modification des Kalksteins repräsentiren, während anderntheils derselbe Kalkstein in den Donaugegenden bei Regensburg, Kelheim, Hemmau, Ingolstadt und Neuburg durch eine eigenthümliche Fauna mit *Diceras arietina*, *Pinna ampla*, *Pterocerus Oceani* und vielen Species von *Nerinea* ausgezeichnet, oder als sogenannter Diceraskalk ausgebildet ist, der oft nach unten ganz allmälig in den Dolomit übergeht.

Als dritte Abtheilung erscheinen endlich in der südlichen Region des fränkischen Jura, als unmittelbare Fortsetzung der schwäbischen Plattenkalksteine, jene durch ihre herrlichen lithographischen Steine und durch die grosse Menge von eigenthümlichen Fossilien (Krebsen, Insecten, Fischen, Pterodactylen) berühmten Kalkschiefer von Solenhofen und Pappenheim, welche bald dem Dolomite, bald dem Diceraskalke aufgelagert sind, dabei dieselben merkwürdigen Lagerungsverhältnisse zeigen,

wie die Plattenkalksteine in Schwaben und (erst nach der Dolomitisirung der unterliegenden Etage) höchst wahrscheinlich in geschlossenen Meeresbecken, innerhalb der, bis nahe an die Oberfläche des Meeres heraufgebauten Korallenriffe abgesetzt worden sind. „Der, durch solche Localverhältnisse bedingten vollkommenen Ruhe des Gewässers verdanken die Plattenkalksteine eben so die Eigenthümlichkeit ihres Gesteins, wie die eigenthümlichen organischen Einschlüsse.“ Ueber ihnen liegen bei Mörnsheim und Solenhofen andere dickbänkige Kalksteine, welche noch gefaltete Terebrateln und Spongiten umschliessen*).

Dass nun aber diese Plattenkalksteine Schwabens und Frankens wirklich ein Aequivalent des Portlandkalksteins anderer Länder bilden, d. h. dass sie ein zwar gleichzeitiges, jedoch unter ganz anderen Verhältnissen, daher auch mit einer ganz anderen Facies ausgebildetes Schichtensystem darstellen, diess ist wohl sehr wahrscheinlich, weil sie genau die bathrologische Stellung des Kimmeridgethons und Portlandkalkes behaupten, und weil sich sogleich jenseits des Rheins, bei Aarau, Solothurn und anderen Orten, an ihrer Stelle der Portlandkalkstein mit seinen charakteristischen Eigenschaften einstellt, wie er in England, Frankreich und Nordteutschland an mehren Punkten als die oberste Etage der Juraformation bekannt ist.

Wenn nun vielleicht die Spongiten- und Korallenkalksteine (γ, δ und ε), diese vorwaltenden Massen, denen sich in Schwaben und Franken alle übrigen Glieder des weissen Jura unterordnen, als eine nur ausserordentlich mächtige und z. Th. ganz eigenthümliche Form des Coralrag gelten können, so würden die Etagen α und β entweder als ein paar dem südteutschen Jura ausschliesslich zugehörige Bildungen, oder auch als die Aequivalente der oberen Hälfte des Oxfordthons zu betrachten sein.

Aus den Beschreibungen, welche A. Römer, Koch und Dunker von der Juraformation des nordwestlichen Teutschland gegeben haben, ergiebt sich, dass solche dort in ihrer Zusammensetzung und Gliederung eine weit grössere Aehnlichkeit mit der englischen Juraformation zeigt, als in Schwaben und Franken; die dem Coralrag entsprechende Abtheilung ist in bedeutender Mächtigkeit entwickelt, und wird von anderen Schichten bedeckt, welche paläontologisch und petrographisch als dem Kimmeridgethone und Portlandkalksteine analoge Bildungen charakterisirt sind.

§. 416. *Vergleichung des weissen Jura in Teutschland, Frankreich und England.*

Auch die Betrachtung der weissen Juraformation glauben wir nicht besser beschliessen zu können, als mit der interessanten Parallele, welche

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 428 ff.

Fraas in der mehrfach citirten Abhandlung zwischen ihren teutschen, französischen und englischen Territorien durchzuführen versucht hat.

Eine mächtige Entwickelung zeigt die weisse Juraformation besonders in Teutschland, wo sie oft bis über 1000 Fuss stark ist, während sie in England und Frankreich bisweilen kaum 100 Fuss erreicht; was für diese beiden Länder der braune, das ist für Teutschland der weisse Jura, nämlich die, alle anderen Abtheilungen der jurassischen Formationsgruppe überflügelnde Formation. Schon hieraus erhellt die Schwierigkeit einer Paralellisirung der Schichten in diesen verschiedenen Ländern; denn im Einzelnen sind sie sehr abweichend von einander, und es bleiben nur allgemeine Aehnlichkeiten; petrographisch: das Vorherrschen der Kalksteine; paläontologisch: der Reichthum an Korallen und Echiniden, während die Cephalopoden allmälig immer unbedeutender werden.

1. Unterer weisser Jura.

In Schwaben sind es die beiden, im vorigen Paragraph S. 872 unter α und β beschriebenen Etagen, von welchen die untere durch *Terebratula impressa*, die obere durch *Ammonites polygyratus* und *A. flexuosus* ausgezeichnet ist. Für diese an 600 Fuss mächtige Abtheilung des weissen Jura ist nach Fraas kein Punkt lehrreicher, als der Hundsrücken, ein 2800 F. hoher Berg östlich von Balingen, auf der Gränze zwischen Würtemberg und Hohenzollern. Am Fusse des Berges bei Streichen stehen die Ornathenthone des braunen Jura an; darüber liegen die hellgrauen Thonmergel mit *Terebratula impressa*, und dann die mit Thonschichten wechselnden weissen Kalksteine, reich an planulaten und flexuosen Ammoniten, *Belemnites hastatus* u. a. Fossilien.

In der Schweiz und im französischen Jura findet sich *Terebratula impressa* schon oben in den Ornathenthonen, so dass dort schon die in Schwaben so mächtige Abtheilung auf ein Minimum reducirt erscheint. Von der Bourgogne aus findet sich weiterhin weder von dieser noch von der folgenden Abtheilung eine Spur.

2. Mittler weisser Jura.

Ueber den wohlgeschichteten Kalksteinen haben sich in Schwaben mächtige Spongitenbänke entwickelt, welche zum Theil wieder von regelmässig geschichteten Kalksteinen bedeckt werden. Diese Abtheilung des weissen Jura ist aber dort als eine blose Fortsetzung der unteren zu betrachten; denn *Ammonites planulatus*, *A. flexuosus* und *Belemnites hastatus* setzen fort in den Spongitenkalksteinen, welche zur Bildung des ganzen Alprandes so wesentlich beitragen, und daher eine der wichtigsten Etagen des teutschen Jura ausmachen. Am mächtigsten entwickelt sind sie in Franken und Schwaben; von hier aus lassen sie sich, mit fortwährend abnehmender Mächtigkeit, durch die Schweiz, den Mont-Jura bis in die Bourgogne verfolgen, wo noch bei Châtel-Censoir (Yonne) Spongiten und *Terebratula lacunosa* unmittelbar über dem Forestmarble vorkommen. Weiterhin ist keine Spur mehr von dieser Etage zu entdecken, weder im nördlichen Frankreich, noch in England.

Sonach wären denn dieser mittlere und der mit ihm eng verbundene untere weisse Jura Schwabens als eine vorzugsweise teutsche Bildung zu betrachten, welche im Allgemeinen durch Spongiten, *Terebratula lacunosa* und planulate Ammoniten charakterisirt wird.

3. Oberer weisser Jura.

Die fast ungeschichteten Gesteine des oberen weissen Jura lassen sich aus Franken und Schwaben bis in die Bourgogne verfolgen; nach unten enthalten sie fast gar keine Fossilien, während sich nach oben Korallen, Terebrateln und Echiniden einstellen. Man hat diese für den teutschen Jura so charakteristischen Bildungen mit dem englischen Coralrag verglichen, obgleich der obere weisse Jura in England und Frankreich stets geschichtet ist, und nirgends die massigen Formen und kühnen Felsenriffe zeigt, wie im südlichen und mittleren Teutschland.

Im südlichen England erscheint der Coralrag als ein harter, blaulichgrauer Kalkstein von geringer Mächtigkeit, erfüllt mit Korallen, Cidariten und Muschelfragmenten, und geht nach oben in den mächtigeren *coralline Oolite* über. Er liegt in der Gegend von Oxford unmittelbar auf den dunkelgrauen Oxfordthonen mit *Ammonites ornatus* und *perarmatus*. Im nördlichen England zerfällt der Coralrag in drei Abtheilungen, von denen die untere, der sogenannte *lower calcareous grit*, viele kleine Bivalven, auch noch *Gryphaea dilatata* und Ammoniten des Oxfordthons, aber keine Korallen enthält; darauf folgt der *coralline Oolite*, reich an Korallen und anderen Fossilien, welche auf eine merkwürdige Weise mit denen des teutschen Jura übereinstimmen; der *upper calcareous grit* endlich wird, eben so wie der untere, durch eine Menge kleiner Bivalven und Muschelfragmente charakterisirt.

Aehnlich sind die Verhältnisse in der Normandie, wo sich sowohl bei Caen und Honfleur an der Küste, als auch bei Lisieux im Innern des Landes die weissgelben Oolithkalke des Coralrag, zwar in bedeutender Verbreitung, aber mit geringer Mächtigkeit hinziehen; Radiaten erscheinen dort besonders, und eine Bank voll *Trigonia clavellata* trennt den Coralrag von den unterliegenden *argiles de Dives*.

Und so bildet auch hier, wie im teutschen Jura, der fast gänzliche Mangel an Cephalopoden, und das Vorwalten der Korallen, Radiaten und Bivalven einen gemeinschaftlichen Charakter dieser, in Teutschland noch ausserdem durch den Mangel aller Schichtung ausgezeichneten Etage.

In Franken endigt sie nach oben grösstentheils als eine Dolomitbildung, welche oft noch die Spuren von Korallen, Terebrateln u. a. Fossilien erkennen lässt, und in dem ganzen Striche von Staffelstein bis nach Parsberg von keiner jüngeren Etage der Juraformation bedeckt wird. Weiter südlich, und besonders in der Gegend von Kelheim und Regensburg, da erscheinen jedoch die obersten Massen des Coralrag als ein schneeweisser Kalkstein mit *Diceras arietina*, *Terebratula inconstans* und anderen, z. Th. oben (S. 877) genannten Fossilien, zu denen sich noch sehr viele Röhrenkorallen gesellen. Ganz dieselben Diceraskalksteine sind auch vielorts in Frankreich, im französischen und schweizer Jura vorhanden, während man sie im schwäbischen Jura vergebens sucht.

Während bis hierher die Analogieen noch ziemlich gross sind, so geben sich weiter aufwärts in verschiedenen Ländern recht auffallende Verschiedenheiten zu erkennen, indem die eigentliche Schluss-Etage des weissen Jura mit mehren zum Theil sehr abweichenden Facies ausgebildet ist. In England erscheint sie als Kimmeridgethon und Portlandkalkstein, von welchen jener besonders durch *Ostrea deltoidea* und *Exogyra virgula*, dieser durch *Ammonites biplex, Buccinum naticoides*, *Terebra portlandica*, *Trigonia gibbosa*, *Pecten lamellosus*, *Ostrea falcata*, *Cardium dissimile* u. a. Leitfossilien charakterisirt wird. Im Calvados sind es oolithische Mergelkalksteine und schwarze Thone, beide von geringer Mächtigkeit; in der Bourgogne dagegen, zumal bei Auxerre, gelblichweisse Plattenkalksteine mit *Ammonites gigas* und *Nautilus giganteus*, darüber weisse harte Kalksteine mit *Exogyra virgula;* im französischen und schweizer Jura graulichweisse Thone und Kalksteine mit mancherlei Fossilien, unter denen zumal Pholadomyen und Nerineen hervorragen; in Schwaben und Franken endlich sind es die vorhin beschriebenen Plattenkalksteine mit ihren ganz eigenthümlichen Fossilien.

„In so verschiedene Gruppen und locale Bildungen tritt die letzte jurassische Schicht auseinander. Unwillkürlich denkt man an die erste Schicht, die Arietenbänke des Lias, zurück. Wie hat sich indess die Fauna verändert! Dort eine Ammoniten-Familie in Millionen von Individuen, eine Gryphäen- und Cardinien-Bank mit zahllosen Exemplaren, und diese in einer, sich gleich bleibenden blauen Kalkbank gleichförmig durch alle Länder verbreitet, die nur Jura haben; hier aber zahllose Familien, Geschlechter und Arten aus fast allen Classen der Thierwelt, und manchfaltige, veränderte Schichten, deren Identität in keinem Lande mehr stimmen will! Als Hauptfactor dieser Veränderung tritt unstreitig die Korallenbildung auf. Wo sich keine Korallen finden, wo rein pelagische Niederschläge in ausgedehnten Flächen vorliegen, da zeigt sich nur die Mollusken-Facies, diese Form, welche die meisten jurassischen Schichten charakterisirt; wo aber Korallenriffe wuchsen, da riefen sie die verschiedensten Faunen ins Leben. Schon innerhalb der Korallenbänke verkündet sich das regste Leben kleiner zierlicher Muscheln und Strahlthiere, dann innerhalb des weiteren Kreises der Atolle und Becken eine Menge von Fischen und Krebsen, und an den Ufern die Reptilien, Insekten und Süsswasser-Thiere.“ Fraas, im Neuen Jahrb. für Min. 1850, S. 176.

Anhang über die Bohnerzbildung oder das *terrain sidérolithique.* Zum Schlusse dieses Paragraphen müssen wir, schon wegen ihrer sehr auffallenden räumlichen Verknüpfung mit den oberen Etagen der Juraformation, gewisser Bohnerzbildungen gedenken.

Viele dieser merkwürdigen Erzlagerstätten sind nämlich so genau an die Ausdehnung der jüngsten Glieder der weissen Juraformation gebunden, dass man sie als Nachzügler oder Dependenzen dieser Formation betrachten möchte. Es sind diess besonders diejenigen Bohnerzgebilde, welche auf der Oberfläche des Jurakalkes abgelagert vorkommen, deren mancherlei, durch Erosion gebildete furchen-, mulden- und kesselförmige Vertiefungen sie ausfüllen. Andere kommen als Ausfüllung von Spalten oder von schlauchähnlichen Höhlen und Schlotten desselben Kalk-

steins vor, und sind gewissermaassen als regenerirte, oder in secundärer Weise gebildete Ablagerungen zu betrachten, wie auch die in ihnen vorkommenden Knochen von Säugethieren und die ähnlichen Bohnerzgebilde lehren, welche in Istrien und Krain im Gebiete der Kreideformation bekannt sind.

Diese Ablagerungen bestehen aus weissen, gelben, rothen oder bunten, sandigen und eisenschüssigen Thonen, welche das Bohnerz theils in einzelnen Körnern, theils in kleinen Stöcken und Nestern umschliessen, auch wohl Jaspiskugeln, Gypsknollen und Eisennieren enthalten, und, bei einer beständig wechselnden Mächtigkeit, durchaus nichts von einer regelmässigen Schichtung erkennen lassen. Die auf der Oberfläche des Jurakalkes horizontal ausgedehnten Ablagerungen werden gewöhnlich von festen Kalksteinconglomeraten bedeckt, und enthalten bisweilen vereinzelte organische Ueberreste, namentlich Korallen und Conchylien, welche mit denen der unterliegenden Juraformation identisch sind; dagegen haben sich in diesen, von Kalksteinconglomeraten bedeckten Bohnerzen noch niemals Knochen von Säugethieren gefunden.

So sind die Verhältnisse bei Kandern und Schliengen in Baden, wo unter den eigentlichen Bohnerzen noch viele Nieren von Brauneisenerz vorkommen, welche mitunter Asträen und Ammoniten umschliessen. Andere bedeutende Ablagerungen im Gebiete des Jurakalkes kennt man in den Kantonen Schaffhausen, Aargau, Basel, Solothurn und Bern, so wie in den Departements des Doubs, der Haute Saône und des Jura, wo diese Bohnerze vielorts eine sehr lebhafte Eisenindustrie bedingen.

Schon Merian machte auf die räumliche Correlation dieser Bohnerzbildungen und der oberen Schichten der Juraformation aufmerksam, während die über ihnen liegenden Conglomerate ohne Unterschied die Erzlagerstätten, die jüngeren und die älteren Glieder der Juraformation bedecken. Thirria, welcher sie anfangs zur Juraformation rechnete, glaubte sie später als ein Aequivalent der Neocombildung betrachten zu müssen, welcher Ansicht sich Thurmann und Marcou anschlossen, indem sie es besonders hervorhoben, dass die Neocombildung im Allgemeinen dort fehle, wo die Bohnerzbildung vorhanden ist, und *vice versa*. Ueberhaupt aber dürfte wohl von den Bohnerzgebilden, wie von so vielen anderen Erzlagerstätten, die Bemerkung von Voltz gelten, dass sie gar keine besondere Formation, sondern eine mineralische Accidenz darstellen, welche sich zu verschiedenen Epochen wiederholen konnte.

§. 417. *Organische Ueberreste der weissen Juraformation.*

Die weisse Juraformation ist im Allgemeinen eben so durch die Armuth an Pflanzenresten, wie durch den Reichthum an thierischen Ueberresten ausgezeichnet, was wohl besonders in ihrem mehr pelagischen Charakter und in ihrem wesentlichen Bestande aus kohlensaurem Kalke begründet sein mag.

I. Pflanzenreste der weissen Juraformation.

Da die Formation vorwaltend aus Kalksteinen besteht, und nur selten Sandsteine aufzuweisen hat, so lässt sich schon vermuthen, dass

sie überhaupt nur selten Pflanzenreste enthalten wird, und dass solche Reste wohl grösstentheils von marinen Pflanzen abstammen werden. Diese Vermuthung findet auch in den bisherigen Befunden ihre vollkommene Bestätigung; denn es sind nur gewisse Schichten und ganz einzelne Regionen der weissen Juraformation, in welchen man zahlreichere Pflanzen gefunden hat, und diese Pflanzen sind, nur wenige ausgenommen, als Fucoiden bestimmt worden.

Die Kalkschiefer von Pappenheim und Solenhofen bilden ein solches Schichtensystem, und von dorther hat uns Graf Sternberg viele Species von *Caulerpites* und *Halymenites*, einige Species von *Chondrites*, *Sphaerococcites*, *Münsteria* und *Codites*, so wie ein paar andere Fucoiden kennen gelehrt. Derselbe Kalkschiefer beherbergt auch einige eingeschwemmte Reste von Landpflanzen, z. B. von *Sphenopteris Münsteriana Göpp.*, *Psilotites filiformis Münst.* und *Athrotaxites lycopodioides Ung.* — Ein anderes Schichtensystem ist der Portlandkalkstein des südlichen England, aus welchem viele verkieselte Holzstücke und Cycadeenstämme angeführt werden, welche letztere jedoch wohl richtiger in die folgende Wealdenformation zu verweisen sind. Auch hat man im weissen Jura bei Malton in Yorkshire Karpolithen (nämlich *Carpolithus Bucklandi* und *C. conicus*), so wie bei Verdun Ueberreste von Coniferen (*Brachyphyllum majus* und *B. Moreauanum*), von *Zamites Moreani* und *Pachypteris microphylla* gefunden.

II. Thierische Ueberreste der weissen Juraformation.

Eine weit grössere Wichtigkeit erlangen die thierischen Ueberreste, welche in grosser Manchfaltigkeit und Menge vorkommen, obgleich nicht geläugnet werden kann, dass mächtige und weit ausgedehnte Schichtensysteme auch in dieser Hinsicht eine grosse Armuth offenbaren; sie wird jedoch durch den Reichthum anderer Schichten hinreichend aufgewogen.

1. Amorphozoën. Sie erscheinen zumal innerhalb der mittleren Abtheilung des weissen Jura bisweilen in einer wahrhaft erstaunlichen Menge, und bilden solchenfalls die für die ganze Formation so charakteristischen Spongitenkalksteine, in denen sie meist verkalkt, mitunter auch verkieselt vorkommen. Besonders zahlreich ist das Genus *Scyphia* vertreten; aber auch die Geschlechter *Cnemidium*, *Tragos*, *Manon* und *Achilleum* sind noch von grosser Bedeutung.

2. Korallen. Mit den Amorphozoën wetteifern die Polypen, deren verkalkte oder verkieselte Polyparien noch weit allgemeiner verbreitet und nicht selten zu ganzen Korallenriffen und Korallenbänken angehäuft sind. Sie gehören grösstentheils den Sternkorallen an, doch kommen auch Röhrenkorallen nicht selten vor. Die Geschlechter *Astraea*, *Anthophyllum*, *Lithodendron*, *Agaricia*, *Maeandrina*, *Sarcinula*, *Columnaria* u. a. sind es, welche eine besonders wichtige Rolle spielen.

3. Echinodermen. Nächst den Amorphozoën und Korallen gehören die Echinodermen zu den wichtigsten Formen des weissen Jura. Unter den Krinoiden sind es die Geschlechter *Eugeniacrinus*, *Pentacrinus*, *Apiocrinus*, *Rhodocrinus* und *Solanocrinus*, unter den Asteriaden die Geschlechter *Comatula* und *Ophiura*, unter den Echiniden die Geschlechter *Cidaris*, *Hemicidaris*, *Diadema*, *Echinus*, *Discoidea*, *Disaster* u. a., welche in mehren oder wenigeren Species, und in grösserer oder geringerer Häufigkeit angetroffen werden.

4. Bryozoën. Besonders sind es zahlreiche Species des Geschlechtes *Ceriopora*, welche in mehren Regionen des weissen Jura recht häufig vorkommen.

5. Mollusken. Aus dieser zahlreichen Classe des Thierreiches sind es zunächst viele Species von *Terebratula*, welche recht häufig erscheinen, und theils (wie z. B. *T. impressa*, *nucleata*, *pectunculus*, *insignis*, *trigonella*) dem weissen Jura ausschliesslich, theils auch (wie *T. decorata*, *lacunosa*, *ornithocephala*, *biplicata*) ihm mit dem braunen Jura gemeinschaftlich angehören. Andere Brachiopoden sind nicht bekannt, mit Ausnahme des liasischen *Spirifer Walcotti*, welcher in dem weissen Jura der Alpen abermals erscheint.

Von Conchiferen stellen besonders die Geschlechter *Ostrea*, *Exogyra*, *Pecten*, *Trigonia*, *Pholadomya*, *Diceras*, *Astarte*, *Pleuromya* und *Ceromya* ein nicht unbedeutendes Contingent zu der Fauna des weissen Jura, an welcher sich auch noch *Gryphaea dilatata*, *Lima pectiniformis*, *Trigonia clavellata* und *costata* und einige andere Formen des braunen Jura betheiligen.

Unter den Gasteropoden spielt das Genus *Nerinea* eine vorzüglich wichtige Rolle; auch *Pteroceras Oceani* und einige Species von *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Turbo* und *Rostellaria* sind zu erwähnen.

Die Cephalopoden erscheinen bei weitem nicht mehr in solcher Menge, wie im braunen Jura und Lias. Von Belemniten ist besonders *Belemnites hastatus*, von Nautilus-Arten *Nautilus sinuatus* zu nennen, während die Ammoniten im mittleren weissen Jura noch in ziemlich vielen Species auftreten, dagegen nach oben wie nach unten sehr reducirt sind; das Vorwalten der Familie der Planulaten ist für die Formation sehr bezeichnend. Auch *Aptychus latus* und *lamellosus* sind als ein paar häufige und charakteristische Formen zu erwähnen.

6. Gliederthiere. Die meisten derjenigen Krebse, welche in nicht geringer Anzahl aus dem weissen Jura bekannt sind, stammen aus den fränkischen Plattenkalksteinen; dasselbe gilt von den Insecten und Würmern. Wie wichtig und interessant alle diese Ueberreste in

paläontologischer Hinsicht sind, so können sie doch nicht füglich als Leitfossilien gelten. *Mecochirus locusta* und *Eryon arctiformis* sind ein paar der gewöhnlichsten Krebse im Solenhofener Kalkschiefer; aus tieferen Schichten anderer Gegenden werden besonders mehre Species von *Glyphea* und *Prosopon* genannt.

7. Fische. Man kennt aus der weissen Juraformation sehr viele Fische, darunter von vielen vollständige Abdrücke, von anderen nur Zähne, Schuppen oder sonstige fragmentare Ueberbleibsel. Die grosse Mehrzahl gehört abermals den Kalkschiefern von Pappenheim und Solenhofen, in welchen nicht weniger als 14 Species von *Caturus*, 13 Sp. von *Leptolepis*, 8 Sp. von *Aspidorhynchus*, 7 Sp. von *Microdon*, je 6 Sp. von *Thrissops* und *Tharsis*, 5 Sp. von *Pachycormus*, 3 Sp. von *Megalurus* vorkommen; ein paar der häufigsten Formen sind *Leptolepis sprattiformis* und *L. Knorri*. Manche dieser Fische finden sich auch in dem ganz ähnlichen Kalkschiefer von Cirin bei Belley (Ain). Der Kimmeridgethon hat bei Oxford gleichfalls mehre Fische, wie z. B. *Ischyodon Egertoni*, *Asteracanthus ornatissimus* geliefert; Zähne von *Microdon*, *Gyrodus*, *Sphaerodus*, *Sphenodus* u. a. kennt man theils aus dem Solenhofener Gesteine, theils aus tieferen Etagen anderer Gegenden.

8. Reptilien. Aus dieser Thierclasse kommen einige Saurier, darunter, als besonders merkwürdige Formen, Pterodactylen und Rhamporhynchen vor, deren Ueberreste aber wiederum an die obersten Etagen, und ganz vorzüglich an die Pappenheimer Kalkschiefer gewiesen sind. Aus diesen Schiefern kennt man z. B. 4 Species von *Rhamporhynchus*, den *Geosaurus Sömmeringi*, und mehre Species von *Pterodactylus* (*P. longirostris*, *crassirostris* u. a.) Der *Plesiosaurus brachyspondylus* fand sich im Kimmeridgethone Englands, und Zähne des *Machimosaurus Hugii* kamen im Portlandkalk von Solothurn und Hannover vor.

Die wichtigsten Leitfossilien des weissen Jura sind nur unter den Amorphozoen, Korallen, Echinodermen und Mollusken zu suchen. Auf den Tafeln XL bis XLV des mitfolgenden Atlas sind 109 Species abgebildet, unter denen sich viele sehr charakteristische Formen befinden *).

*) Die Zahlen der Tafeln sind in der folgenden Aufzählung mit arabischen Ziffern angegeben. Die am Rande der Tafeln hinter dem Namen der Species stehenden Zeichen ⊥, + oder ⊤ beziehen sich auf das gewöhnliche Vorkommen in der unteren, mittleren oder oberen Abtheilung der Formation; bei den Korallen auf taf. 40, fig. 11 bis 19 sollte eigentlich statt + das Zeichen ∓ stehen. Die drei mit einem * bezeichneten Species gehören dem oberen braunen Jura an; vergl. S. 854 Anm.

1. Amorphozoën.

Scyphia articulata Goldf. 40, 1, wird grösser.
. *costata* Goldf. 40, 2, eben so.
. *pertusa* Goldf. 40, 3.
. *obliqua* Goldf. 40, 4.

Ausser diesen erscheinen in den Spongitenkalken noch viele andere, cylindrische, trichterförmige, schüsselförmige, und ungestaltete Scyphien, welche z. Th. recht gross werden.

Tragos acetabulum Goldf. 40, 5, wird viel grösser.
. . . . *patella* Goldf. 40, 6, desgleichen.
Cnemidium tuberosum Goldf. > 40, 7; bei 7 *a* die Mündung vergrössert; ist = *Mammillipora protogaea Bronn.*
. *rimulosum* Goldf. 40, 8.
. *rotula* Goldf. 40, 9.
. *Goldfussii* Quenst. 40, 10, verkleinert, = *Cn. stellatum* Goldf.

2. Korallen und Bryozoën.

Astraea cristata Goldf. 40, 11.
. . . . *helianthoides* Goldf. 40, 12; wird über fussgross.
. . . . *alveolata* Goldf. 40, 13.
. . . . *limbata* Goldf. 40, 14.
. . . . *agaricia* Bronn. 40, 15, = *Agaricia lobata* Goldf.
Lithodendron plicatum Goldf. 40, 16; sehr gewöhnlich.
. *trichotomum* Goldf. 40, 17; verkleinert; sehr häufig.
. *dianthus* Goldf. 40, 18; seltener.
Anthophyllum obconicum Goldf.*) 40, 19, wird grösser und ist sehr häufig; das ähnliche *A. turbinatum* ist kürzer, mehr kreiselförmig und etwas stärker gerippt.
Ceriopora angulata Goldf. 40, 20.
. *radiciformis* Goldf. 40, 21.

3. Krinoiden.

Pentacrinus subteres Münst. > 34, 5.
. *cingulatus* Münst. 41, 1, *a* und *c* zwei Säulenstücke, *b* Gelenkfläche eines Gliedes, alles vergrössert.
. *pentagonalis* Goldf. 41, 2, *a*, *c* und *d* verschiedene Säulenstücke, *b* Gelenkfläche eines Gliedes, *a* und *d* vergrössert.
Apiocrinus rosaceus Goldf. 41, 3, *a* und *b* Kelche, *c*, *d* und *e* Säulenstücke und Gelenkflächen; = *Millerocrinus ros. d'Orb.*
. *mespiliformis* Goldf. 41, 4, *a* Kelch, *b* und *c* Säulenstücke und Gelenkfläche; = *Millerocrinus mesp. d'Orb.*
Rhodocrinus echinatus Goldf. 41, 5, Säulenstücke, bei *a* Gelenkfläche.

*) Durch einen Druckfehler im Texte des Werkes von Goldfuss ist auf Taf. 40 der Schreibfehler *turbinatum* statt *obconicum* veranlasst worden; die in Fig. 19 abgebildete Species ist nämlich *Anthophyllum obconicum*.

Solanocrinus costatus Goldf. 41, 6.
Eugeniacrinus caryophyllatus Schl. 41, 7.
. *nutans* Goldf. 41, 8.

4. Echiniden.

Echinus hieroglyphicus Goldf. 41, 9, = *Glypticus hier.* Ag.
. . . . *nodulosus* Münst. 41, 10, = *Arbacia nod.* Ag.
. . . . *sulcatus* Goldf. 41, 11, = *Arbacia sulc.* Ag.
Cidaris glandifera Goldf. 41, 12, eine Stachel.
. . . . *Blumenbachii* Goldf. 41, 13, ein Stachel.
. . . . *coronata* Goldf. 41, 14, Schale und zwei Stacheln.
Diadema subangulare Ag. 41, 15, Schale und ein paar Stacheln; = *Cidaris subangularis* Goldf.
. *pseudodiadema* Ag. 41, 16, halbe Schale, ein Stachel, und der untere Theil eines solchen vergrössert.
Hemicidaris crenularis Ag. 41, 17, Schale, 17 *a* ein Stachel.
Discoidea depressa Ag. > 41, 18; = *Galerites depressus* Lam. und jetzt *Holectypus depressus* Ag.
Dysaster carinatus Ag. 41, 19; = *Spatangus car.* Goldf.
. . . . *granulosus* Ag. 41, 20; = *Nucleolites gran.* Goldf.

Auch *Nucleolites scutatus*, ähnlich dem *N. clunicularis* 34, 9, geht herauf in den weissen Jura.

5. Brachiopoden.

Terebratula biplicata Sow. > 34, 14.
. *ornithocephala* Sow. > 34, 16.
. *impressa* Bronn 42, 1, häufig in Schwaben.
. *lacunosa* Schl. > 42, 2, sehr häufig.
. *nucleata* Schl. 42, 3, mit der vorigen.
. *substriata* Schl. 42, 4, häufig.
. *loricata* Schl. 42, 5; zumal in Frankreich, verkieselt.
. *pectunculus* Schl. 42, 6, nicht selten.
. *coarctata* Park. 42, 7, = *T. reticularis* Schl.
. *subsimilis* Schl. 42, 8.
. *trigonella* Schl. 42, 9; vergl. auch 22, 10 und S. 765.
. *inconstans* Sow. 42, 10.
. *trilobata* Münst. 42, 11.
. *pectunculoides* Schl. 42, 12.
* *diphya* Colonna 42, 13, wird noch einmal so gross; auf der rechten Seite ist die Schale abgesprengt, um die Gefässbündel sichtbar zu machen, die auf den Steinkernen erscheinen; findet sich nur in der südeuropäischen braunen Juraformation.
* *triangulus* Lam. 42, 14, wird noch einmal so gross, und ist gleichfalls auf den braunen Jura Südeuropas beschränkt.
. *insignis* Schübler 42, 15, wird noch viel grösser.
Spirifer Walcotti Sow. 27, 7; in den Alpen mit *T. diphya*.

6. Conchiferen.

Diceras arietina Lam. 42, 16, wird bis fussgross.
Exogyra spiralis Goldf. 42, 17.
. *virgula Defr.* 42, 18, = *Gryphaea virg.*
. *subnodosa Münst.* 42, 19.
Pinna ampla Desh., eine grosse, breite, dickschalige Muschel, ist charakteristisch für die oberen Schichten mit *Diceras.*
Perna mytiloides Lam. > 35, 8, soll auch im weissen Jura vorkommen.
Monotis, ähnlich der *M. salinaria* 26, 1 bildet wie diese, dicht über einander liegend, in Würtemberg ganze Schichten.
Ostrea Römeri Quenst. 43, 1.
. . . . *gregaria Sow.* > 43. 2.
. . . . *colubrina Goldf.* 43, 3, das vordere Ende.
. . . . *deltoidea Sow.* 43, 4, wird noch einmal so gross.
Gryphaea dilatata Sow. > 35, 7.
Lima pectiniformis Schl. > 35, 6, in Franken, Hannover, Polen.
Pecten lens Sow. > 35, 12, häufig in allen Ländern.
. . . *subpunctatus Münst.* 43, 5.
. . . *velatus Goldf.* 43, 6, von Goldfuss als *Spondylus* aufgeführt.
. . . *subspinosus Goldf.* 43, 7.
. . . *cingulatus Phill.* 43, 8, im Solenhofener Kalkschiefer.
. . . *lamellosus Sow.* 43, 9, wird mehr als einmal so gross.
Modiola cuneata Sow. > 36, 3.
Trigonia clavellata Sow. > 36, 5.
. *costata Lam.* > 36, 6.
. *suprajurensis Ag.* 43, 10.
. *gibbosa Sow.* ist wichtig für den Portlandkalk.
Pholadomya multicostata Ag. 43, 11, desgleichen.
. *Protei Brong.* 43, 12.
Pleuromya donacina Ag. 43, 13; ist = *Myacites don.* oder *Amphidesma don.* und wird viel grösser.
Nucula subspirata Quenst. 43, 14; ist = *Isocardia s. Goldf.*
. . . . *texata Quenst.* 43, 15; ist = *Isocardia t. Goldf.*
Ceromya inflata Ag. 43, 16; ist = *Isocardia i. Voltz.*
. *excentrica Ag.* 43, 17; ist = *Isocardia e. Voltz.*
Gresslya Saussuri Ag. 43, 18; ist = *Venus S. Goldf.* und = *Venus Brongniarti Röm.*

7. Gasteropoden.

Pleurotomaria suprajurensis Röm. < 44, 1, nach Quenstedt häufig.
Trochus jurensis Ziet. 44, 2.
Turbo clathratus Röm. 44, 3.
. . . *princeps Röm.* 44, 4.
Rostellaria bispinosa Phill. 44, 5; = *R. bicarinata Goldf.*
. *spinosa Münst.* 44, 6.
Natica jurensis Quenst. 44, 7; = *Pileopsis j. Goldf.*
Nerita cancellata Ziet. 44, 8.

Pteroceras Oceani Brong. 44, 9; wird noch grösser; der Flügel mit den grossen Stacheln, so wie der rückwärts gebogene Canal sind meist abgebrochen, wie in der Figur.
Melania Heddingtonensis Sow. > 37, 11.
. *striata* Sow. > 37, 10.
Nerinea depressa Voltz, 44, 10, unteres Ende.
. . . . *Mandelslohi* Bronn, 44, 11, desgleichen.
. . . . *Bruntrutana* Thurm. 44, 12.
. . . . *Gosae* Röm. 44, 13.
. . . . *Visurgis* Röm. 44, 14, Kern und Schale.
. . . . *Sequana* Thirr. 44, 15, oberes Ende der Schale und Bruchstück eines Steinkerns.
. . . . *suprajurensis* Voltz 44, 16, verkleinert.
. . . . *tornata* Quenst. 44, 17.

8. Cephalopoden.

Aptychus latus Münst. 44, 18; rechte Klappe eines älteren Exemplars, und ganz junges Exemplar mit beiden Klappen.
. *lamellosus* Münst. 44, 19; desgl.
Belemnites hastatus Blainv. 44, 20, in verschiedenen Alterszuständen; ist = *Bel. semisulcatus* Münst.
Ammonites complanatus Ziet. 45, 1.
. *dentatus* Rein. 45, 2, zwei verschiedene Varietäten; ist immer klein, und höchstens zollgross.
. *alternans* Buch 45, 3, zweierlei Varietäten, die eine nur in der Rückenansicht.
. *perarmatus* Sow. 45, 4, wird bis fussgross.
. *flexuosus* Ziet. 45, 5, eben so.
. *polyplocus* Rein. 45, 6.
. *triplicatus* Sow. > 38, 9.
. *biplex* Sow. 45, 7.
. *Reineckeanus* Quenst. 45, 8, wird nur zollgross.
* *tatricus* Pusch 45, 9; im braunen Jura der Alpen und Karpathen, mit *Terebratula diphya*.
. *bispinosus* Ziet. 45, 10.
. *inflatus* Rein. 45, 11.
. *polygyratus* Rein. sehr ähnlich dem *polyplocus*, die Rippen stehen aber gedrängter, und spalten sich zwei bis drei Mal.
. *colubrinus* Rein. sehr ähnlich dem *biplex*, aber noch weniger involut, die Mündung fast breiter als hoch, die Rippen stehen dicht und sind entschieden zweispaltig; daher auch *Am. bifurcatus* Buch.

§. 418. *Juraformation in den Alpen und Karpathen, in Russland und Amerika.*

Unmöglich können wir die Juraformation verlassen, ohne noch einige Bemerkungen über ihre Vorkommnisse in anderen Ländern einzuschalten.

A. Jurassische Formationsgruppe in den Alpen und Karpathen.

Durch die Arbeiten von Leopold v. Buch, Sismonda, Studer, Escher, Emmrich, v. Hauer, Schafhäutl, Zeuschner, Murchison, Thiollière u. a. sind die allerdings sehr schwierigen Verhältnisse der Juraformation in den Alpen und Karpathen so weit aufgeklärt worden, dass auch dort an dem Vorhandensein der drei Hauptglieder, nämlich des Lias, des braunen und des weissen Jura nicht mehr gezweifelt werden kann. Aber freilich erscheinen sie in petrographischer und paläontologischer Hinsicht so abweichend von den gleichnamigen Bildungen in Teutschland, Frankreich und England, dass eine jede zu weit getriebene Parallelisirung vermieden werden muss. Dasselbe gilt noch weit mehr von der Juraformation Italiens, welche sich von dem nordeuropäischen Typus durch ihre Gesteine und durch die Seltenheit von Fossilien dermaassen unterscheidet, dass es dort noch weit weniger gerathen erscheint, die Gliederung etwa der englischen oder der südteutschen Territorien für sie geltend zu machen*). Franz v. Hauer hat eine Zusammenstellung der wichtigsten Resultate über die jurassische Formationsgruppe der östlichen Alpen gegeben, aus welcher das Folgende grösstentheils entlehnt ist**).

Unzweifelhaft gehört ein grosser Theil des sogenannten Alpenkalksteins und der Kalksteine der Karpathen der Juraformation an, und eben so unzweifelhaft ist es, dass diese Formation auch in den Alpen und Karpathen in verschiedene, paläontologisch charakterisirte Abtheilungen zerfällt. Dass jedoch diese Abtheilungen genau denjenigen entsprechen werden, welche in England, Frankreich und Teutschland nachgewiesen wurden, diess ist wohl nicht wahrscheinlich. Wenn daher einzelne Etagen der Alpinischen Juraformation mit Namen bezeichnet werden, die sich auf anderweite Territorien beziehen, so soll damit nur angedeutet werden, dass sie ihnen paläontologisch noch am nächsten verwandt zu sein scheinen, ohne deshalb eine vollkommene Uebereinstimmung vorauszusetzen. Genaue Nachweise über ihre gegenseitigen Lagerungsverhältnisse fehlen noch fast durchgängig.

I. Liasformation der Alpen.

Zu dieser Formation gehören in den östlichen Alpen verschiedene Ablagerungen.

1. Rothe, selten graue, geschichtete Kalksteine mit Cephalopoden, unter welchen namentlich Ammoniten aus den Familien der Arieten, Falci-

*) *Murchison, Quarterly Journ. of the geol. soc. V. p.* 266.

**) Sitzungsberichte der K. K. Akademie, 1850, S. 293 ff.

feren, Capricornen, Fimbriaten und Heterophyllen vorwalten. Als vorzüglich bezeichnende Formen sind zu nennen:

Ammonites Bucklandi Sow.	*Ammonites Turneri Sow.*
. *Conybeari Sow.*	 *heterophyllus Sow.*
. *raricostatus Ziet.*	*Nautilus aratus Schl.*

Ausser diesen Ammoniten finden sich noch viele andere, theils schon bekannte, theils noch unbestimmte oder ganz neue Arten. Belemniten und Nautilus-Arten sind nicht selten, Orthoceren kommen gleichfalls vor, doch seltener, als im oberen Alpinischen Muschelkalk, von welchem sich diese Kalksteine durch das Vorherrschen der Arieten und den Mangel an Globosen unterscheiden.

Nahe bei Wien, zu St. Veit westlich von Leobersdorf, liegt der erste Fundort dieser Ammoniten; weiter hin finden sie sich bei Losenstein im Pechgraben, bei Adnet und Wies unweit Hallein (hier der reichste Fundort), bei Gaisau, Waidring, im Rissthale an seiner Einmündung in das Lechthal, im Kuhthale bei Vils, im Stanzer Thale und am Spitzsteinberge in Vorarlberg. Auch in den baierschen Alpen sind diese rothen Liaskalksteine bekannt; in der Schweiz aber erscheinen sie dunkelgrau, wie bei Bex. In den südlichen Alpen sind die rothen Kalksteine am Comer See, die von Mittewald im Pusterthale und aus dem Fondoasthale südwestlich von Trient hierher zu rechnen. In den Karpathen sind sie an vielen Punkten nachgewiesen worden; so bei Modern unweit Pressburg, in der Gegend von Neusohl, im Tatragebirge und im Bakonyer Walde.

2. Die grauen Kalksteine von Reifling im Ennsthale, in denen *Ichthyosaurus platyodon* gefunden wurde. Neues Jahrb. für Min. 1847, 186.

3. Die Brandschiefer von Seefeld in Tyrol, welche viele Fische enthalten, unter denen *Semionotus latus Ag.*, *Lepidotus ornatus Ag.*, *L. speciosus Ag.* und *Pholidophorus pusillus* die häufigsten sind. Wahrscheinlich gehören auch die schwarzen Schiefer von Perledo bei Laico hierher, welche Curioni auch wirklich zum Lias rechnet.

Anm. In den baierschen Alpen gehören nach Emmrich die versteinerungsleeren, dunkelgrauen Kalksteine und bituminösen Schiefer des Eckenberges im Loisachthale sehr wahrscheinlich, dagegen die von Schafhäutl sogenannten Amaltheenmergel mit *Ammonites costatus* und *amaltheus* ganz entschieden zur Liasformation.

II. Brauner Jura der Alpen.

1. Dunkel gefärbte Schiefer und Kalksteine mit sehr vielen Fossilien, von denen die folgenden am bezeichnendsten sind:

Terebratula decorata Buch	*Gervillia tortuosa Phill.*
Spirifer Walcotti Sow.	*Modiola plicata Sow.*
Gryphaea arcuata Lam.	*Nucula rostralis Lam.*
Ostrea, ähnlich der *O. Marshii*	*Cardinia concinna Sow.*
Pecten textorius Sow.	*Pholadomya antiqua Sow.*

Da diese Petrefacten theils im Lias, theils im braunen Jura vorkommen, so ist die Stellung dieser Schichten noch etwas zweifelhaft; doch sind sie

von den vorher erwähnten rothen Liaskalksteinen sehr verschieden, obwohl ihr Verhältniss zu selbigen noch nicht ermittelt ist. Uebrigens weiss man, dass sie über den, als Keuper bezeichneten kohlenführenden Sandsteinen und Schiefern liegen, während sie theils von fossilfreien, theils von rothen Kalksteinen bedeckt werden, deren Fossilien auf die Oxfordbildung verweisen. Es sind die Gervillienschichten Emmrichs.

Sie finden sich zu Helenenthal bei Baden, bei Gresten, westlich von Waidhofen, im Pechgraben, bei Grossau, bei Kessen in Tyrol, und an vielen Orten in den baierschen Alpen. In den Südalpen kennt man sie am Rauchkofel bei Lienz und am Comer See.

2. Gewisse weisse Kalksteine voll Terebrateln dürften einstweilen am richtigsten als mittlere Schichten der braunen Juraformation zu betrachten sein; die Terebrateln kommen in solcher Menge vor, dass sie oft das ganze Gestein bilden; die wichtigsten Species sind:

Terebratula concinna	*Terebratula pala*
. *spinosa*	 *antiplecta*

Andere Fossilien kennt man nicht. Vils in Tyrol, Windischgarten.

3. Aequivalente des Oxfordthons. In den Alpen und Karpathen wird der (untere) Oxfordthon gewöhnlich durch rothe, häufig hornsteinführende Kalksteine repräsentirt, welche durch eine reiche Cephalopoden-Fauna ausgezeichnet sind, aber auch viele andere Fossilien enthalten. Ihre Unterscheidung vom rothen Lias und vom Neocomkalkstein ist oft schwierig und keinesweges überall mit Sicherheit begründet. Leitfossilien sind besonders:

Terebratula diphya	*Ammonites athleta*
. *triangulus*	 *tatricus*
. *Bouei Zeusch.*	 *tortisulcatus Orb.*
Aptychus latus	 *Calypso Orb.*
. *lamellosus*	 *bifrons*
Belemnites hastatus	 *Lamberti*

Auch Ammoniten aus den Familien der Coronarier und Planulaten, so wie sehr viele Acephalen, Brachiopoden und Krinoiden kommen vor. *Terebratula diphya* findet sich auch im Neocomkalkstein*), und *Ammonites bifrons* sowie *A. tatricus* im Lias.

*) Alcide d'Orbigny betrachtet jedoch die im Neocomkalksteine vorkommende Terebratel als eine besondere Species, welche er unter dem Namen *Terebratula diphyoides* aufführt. Süss, dem wir eine monographische Beschreibung der so merkwürdigen *T. diphya* verdanken, erwähnt viele Localitäten ihres Vorkommens, und ist mit v. Kudernatsch geneigt, die betreffenden Schichten noch tiefer zu stellen, und den Macrocephalus-Schichten anderer Länder zu parallelisiren. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie. Bd. 8, S. 562. Dagegen scheinen Quenstedt und Fraas die Kalksteine mit *Terebratula diphya* und *Ammonites tatricus* in den weissen Jura verweisen zu wollen. Die wahre Stellung dieser wichtigen Etage ist daher wohl noch nicht vollkommen constatirt, und es verdient die Ansicht von Quenstedt und Fraas um so mehr eine sorgfältige Erwägung, weil die Kalksteine dieser Etage oft weit mehr an den weissen, als an den braunen Jura erinnern; weil die beiden genannten Leitfossilien auch in der Kreideformation vorkommen; weil

Diese Gesteine sind in den nördlichen Alpen bis jetzt nur an wenigen Stellen nachgewiesen worden, wie z. B. bei St. Veit, bei Aussee und Hallstatt; in der Schweiz kommen sie an vielen Orten vor. In den südlichen Alpen hat sie Leopold v. Buch bis in die Provence verfolgt, aus welcher sie sich nach Osten hin bis in die Krimm erstrecken. Im Gebiete der Karpathen gehören einige aus dem Karpathensandsteine hervorragende Kalksteinberge bei Kuronitz und Czettechowitz in Mähren, und bei Rogoznyk in Ungarn hierher.

Anm. In den baierschen Alpen beginnt der braune Jura mit der von Emmrich unter dem Namen der Gervillienschichten eingeführten Etage, welche trotz ihrer oft sehr unbedeutenden, und gegen die ungeheuern Kalksteinmassen geringfügig erscheinenden Entwickelung doch bis nach Wien hin einen ausgezeichneten geognostischen Horizont bildet. Sie besteht aus grauen, durch Verwitterung bräunlich werdenden Kalksteinen und Mergeln, welche grauen und schwarzen Schieferthonen eingelagert sind, und ganz vorzüglich durch *Gervillia tortuosa*, *Terebratula biplicata*, *T. pala*, *T. ornithocephala*, *T. concinna*, eine *Ostrea* ähnlich der *Marshii*, und andere Fossilien als brauner Jura charakterisirt werden.

Darüber folgt auch dort der Ammoniten-Marmor, wie er so eben nach v. Hauer beschrieben worden ist; ein meist dunkler oder licht bräunlichrother, zuweilen auch lichtgrauer Kalkstein, welcher wegen seines feinen Kornes und seiner schönen Farben vielorts zu architektonischen Zwecken gebrochen wird.

In den italiänischen Alpen ist es der, von den Geologen Italiens *Ammonitico rosso* genannte Kalkstein, welcher durch seine organischen Ueberreste, namentlich durch *Terebratula diphya* und *triangulus*, *Ammonites tatricus*, *A. athleta*, *A. anceps*, *A. viator* als das vollkommene Aequivalent dieser Etage bezeichnet wird.

III. Weisser Jura der Alpen.

Korallenkalk und weisser Jura überhaupt. Zu dieser Formation dürften manche abweichende Schichtensysteme gehören; in den Nordalpen höchst wahrscheinlich grosse Territorien des, gewöhnlich sehr fossilarmen, sogenannten oberen Alpenkalksteins und Dolomites, wie z. B. zwischen Grossau und dem Leopoldsteiner See, der Kalkstein des Plassen bei Hallstadt, welcher Nerineen enthält, und in der Schweiz die Kalksteine der Voirons und von Chatel St. Denys.

In den Karpathen kennt man petrefactenreiche Kalksteine der weissen Juraformation an vielen Orten; so z. B. bei Ernstbrunn und Nicolsburg, an welche sich die Kalksteine von Stramberg, Tichau, Wischlitz, Inwald und Andrichau anschliessen.

nach Thiollière in der Provence über den Mergeln mit *Ammonites coronatus* und *tumidus* die dichten Kalksteine liegen, welche neben jenen beiden Fossilien auch viele andere, für den weissen Jura charakteristische Formen enthalten (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *V*, *p.* 31), und weil nach Murchison dieselben Kalksteine im Canton der Setti Communi überall die obersten Schichten der Juraformation bilden, welche hoch über anderen Schichten mit *Diceras* und *Nerinea* liegen. *Quarterly Journal of the geol. soc. V*, *p.* 180.

Anm. Nach Emmrich wird in den baierischen Alpen die weisse Juraformation besonders durch zwei Etagen repräsentirt, von welchen die erstere als ein lichter Kalkstein, z. Th. als Dolomit, oft auch als grauer Krinoidenkalkstein, die andere als Aptychusschiefer ausgebildet ist. Die erstere Etage erklärt Emmrich für das Aequivalent des weissen Jurakalksteins und Dolomites der schwäbischen und fränkischen Alp; sie ist reich an Korallen und Echiniden. Die zweite Etage, deren Gesteine namentlich bei Unter-Ammergau als Wetzschiefer gebrochen werden, besteht aus mehr oder weniger kieseligen, daher bald härteren bald weichen, lichtgrauen oder röthlichen, theilweise auch bunt geflammten Kalkschiefern, welche Knauer und Lagen von schwarzem und rothem Hornstein, auch sehr viele Schalen von *Aptychus lamellosus* so wie *Belemnites hastatus* enthalten, und von Emmrich für das Aequivalent der Plattenkalksteine von Solenhofen erklärt werden. Dieselben Aptychusschiefer sind nach Studer auch in den schweizer Alpen und nach Lill v. Lilienbach in den österreichischen Alpen bis nach St. Veit unweit Wien vorhanden, so dass sie eine sehr allgemeine Verbreitung zu besitzen scheinen.

B. Jurassische Formationsgruppe in Polen und Russland.

Da in diesen Ländern die Liasformation noch nirgends nachgewiesen worden ist, so scheint es, dass sie sich während der Bildungsperiode dieser Formation noch im Zustande der Emersion befanden; die eigentliche Juraformation dagegen ist sowohl in Polen als auch in Russland vorhanden, und erscheint in Polen mit beiden Hauptabtheilungen, als brauner und als weisser Jura, während in Russland zwar der braune Jura über sehr grosse Räume, der weisse Jura dagegen bis jetzt nur in geringer Verbreitung bekannt ist.

Die Juraformation Polens bildet nach Zeuschner einen Zug, welcher sich von Dzialoszyn an der Warthe bis nach Krakau erstreckt, und in seinen petrographischen und paläontologischen Eigenschaften sowie in der allgemeinen Gliederung so übereinstimmend mit dem schwäbischen Territorio erweist, dass man die beiderseitigen Schichten als Niederschläge eines und desselben Meeres betrachten möchte.

Der braune Jura beginnt mit braunen, an Fossilien armen Sandsteinen, welche weiter aufwärts kohlensauren Kalk aufnehmen, und endlich in einen grauen, äusserlich aber gelb bis braun gefärbten, gewöhnlich mit Sand gemengten Kalkstein übergehen, welcher sehr reich an trefflich erhaltenen Versteinerungen ist. Dahin gehören z. B. *Terebratula perovalis*, *T. bullata*, *T. concinna*, *T. varians* u. a. Species, ferner *Lima pectiniformis*, *Pecten lens* und *P. fibrosus*, *Pholadomya Murchisoni*, *Ammonites Murchisonae*, *A. hecticus*. *A. Herveyi* und andere den braunen Jura bezeichnende Formen.

Der weisse Jura lässt ebenfalls besonders zwei Abtheilungen unterscheiden; die untere besteht in drei Etagen aus rothen, hellgrauen und weissen Kalksteinen, in welchen keine Korallen, aber viele planulate Ammoniten und *Terebratula lacunosa* mit anderen charakteristischen Terebrateln vorkommen.

Die obere Abtheilung besteht aus weissen oder hellfarbigen, theils mergeligen und ungeschichteten, theils reinen und dann mächtig geschichteten Kalksteinen, in welchen Spongiten (zumal Scyphien), *Terebratula biplicata*, *T. ornithocephala*, *T. trilobata*, *T. lacunosa* und viele Ammoniten, besonders aus der Familie der Planulaten, nebst anderen Fossilien des oberen weissen Jura gefunden werden. Diese Abtheilung bildet Plateaus mit spaltenähnlichen, schroffen Querthälern, und zeigt überhaupt eine auffallende Aehnlichkeit mit den Kalksteinen der schwäbischen Alp. Zeuschner in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, 1845, S. 605 ff.

In Russland gewinnt die Juraformation eine ansehnliche Verbreitung; doch nur in der Krimm und am Kaukasus erhebt sie sich zu wirklichen Gebirgsketten; ausserdem bildet sie nur flaches oder hügeliges Land, wie bei Popilani im Gouvernement Wilna, in dem Bassin von Moskau, von wo aus sich die Formation über Wladimir bis nach Simbirsk erstreckt, und in der Steppe südlich und westlich von Orenburg. Auch zieht sich durch die Ebenen von Kostroma aus nach Nordosten bis an den Fuss der Timankette ein grosses jurassisches Bassin, welches, nach einiger Unterbrechung, auf der Westseite dieser Kette bis in die Halbinsel Kanin verfolgt werden kann; endlich wird nach Keyserling das ganze Petschoraland, d. h. der dreieckige Landstrich zwischen der Timankette, dem nördlichen Ural und dem Eismeere von der Juraformation erfüllt. Alle diese Regionen gehören wesentlich der braunen Jurabildung an. Nur im Süden des Landes, am oberen Donetz, bei Isium, Petrowsk und Kamenka, erscheint auch die weisse Juraformation mit ihren charakteristischen Fossilien wie in Teutschland und bei Krakau. In der Krimm endlich und im Kaukasus findet sich die Juraformation mit ähnlichen Charakteren, wie in den Alpen.

Bei Moskau, so wie an der Wolga, Oka und Petschora sind es meist dunkelfarbige Schieferthone, Mergel und eisenschüssige Sandsteine, welche die Formation zusammensetzen, deren grösste Mächtigkeit bei Sarepta 300 bis 400 Fuss beträgt. *Ammonites virgatus*, *A. cordatus*, *Belemnites absolutus*, *Gryphaea dilatata*, *Terebratula digona*, *T. ornithocephala*, *T. acuta*, *Pecten demissus* und viele andere Fossilien beweisen, dass alle diese, zum Theil weit ausgedehnten Landstriche der braunen Juraformation angehören, welche dort besonders mit ihrer oberen Hälfte ausgebildet zu sein scheint.

C. Juraformation in Asien und anderen Erdtheilen.

Die Juraformation erstreckt sich aber noch viel weiter. Nach Middendorf existirt sie auch im nördlichen Sibirien, zwischen dem Ural und dem Olenekthale, ja, nach Keyserling vielleicht bis zur Lena. Anderseits ist sie auch im südlichen Asien erkannt worden. Aus der ostindischen Provinz Cutsch wurde *Gryphaea dilatata*, mit anderen jurassischen Fossilien nach Europa gebracht; die dasige Kohlenformation gilt gleichfalls für jurassisch, und das Himalaya-Gebirge zeigt, nach den von Lady Amherst und Major d'Arcy mitgebrachten Fossilien, dieselbe Formation; *Belemnites absolutus*, *Ammonites convolutus* und *A. triplicatus* finden sich dort, wie in Europa.

In Afrika ist die Juraformation nach den von dorther bekannt gewordenen Versteinerungen am Orangeriver, bei Port-Natal, am Senegal und in Abyssinien vorauszusetzen.

In Nord- und Südamerika dagegen scheint diese Formation fast gar nicht zur Ausbildung gelangt zu sein, was vermuthen lässt, dass diese beiden Continente während der jurassischen Periode schon als Festland existirten, und erst später wieder einer theilweisen Submersion unterlagen.

In den vereinigten Staaten hat man, wie Leopold v. Buch sagte, die Juraformation anfangs vermuthet, aber immer weiter nach Westen hinaus versetzt, bis endlich durch Frémont's Untersuchungsreisen vom Mississippi bis an den grossen Ocean die Abwesenheit derselben erwiesen wurde. Dasselbe gilt für Californien, Mexico, Texas und die arktischen Gegenden Nordamerikas, mit alleiniger Ausnahme der Halbinsel Aläksa, von welcher uns Grewingk jurassische Gesteine kennen gelehrt hat*).

In Südamerika haben zwar neuerdings Coquand und Bayle nach vielen, von Domeyko aus der Cordillere von Coquimbo gesammelten Versteinerungen die Existenz der Lias- und Juraformation nachzuweisen versucht; (*Bull. de la soc. géol. 2. série, VII, p.* 232). Leopold v. Buch ist jedoch der Ansicht, dass alle diese angeblich jurassischen Fossilien ächte cretacische Formen sind. Bis daher das Gegentheil bewiesen werde, könne man die Abwesenheit der Juraformation in ganz Amerika (mit Ausnahme von Aläksa) als eine Thatsache ansehen. Berichte der K. Akad. zu Berlin, 1852, S. 663 f.**)

Drittes Capitel.

Wealdenformation.

§. 419. *Allgemeine Betrachtungen über die Wealdenformation.*

Zwischen der weissen Juraformation und der Kreideformation ist in manchen Ländern ein mächtiges Schichtensystem eingeschaltet, welches alle Merkmale einer limnischen oder fluviomarinen Formation, einer

*) Beitrag zur Kenntniss der orogr. u. geogn. Beschaffenheit der N.W. Küste Amerikas, S. 48 und 271.

**) Während des Abdruckes dieses Bogens ist uns das erste Heft des fünften Bandes der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft zugekommen, in welchem sich eine reichhaltige und äusserst wichtige Abhandlung v. Strombeck's über die Lias- und Juraformation des nordwestlichen Teutschland, und eine Parallelisirung derselben mit den schwäbischen Bildungen befindet. Indem wir bedauern, von dieser vortrefflichen Arbeit nicht mehr Gebrauch machen zu können, halten wir es um so mehr für unsere Pflicht, die Aufmerksamkeit auf sie zu lenken. Ueber das ganz vereinzelte und höchst merkwürdige Vorkommen jurassischer Schichten bei Hohnstein

Delta- oder Aestuarienbildung besitzt, und sich daher in paläontologischer Hinsicht von der vorausgehenden Juraformation eben so auffallend unterscheidet, wie von der darauf folgenden Kreideformation.

Man hat diese Formation zuerst im südöstlichen England kennen gelernt, wo die zu ihr gehörige Thon-Ablagerung schon früher (von Smith) als Oaktreeclay und dann als Wealdclay, so wie die darunter liegende Sandsteinbildung als Ironsand oder Hastingssand beschrieben worden ist, während die noch tiefer liegenden Kalksteine, die sogenannten Purbeckschichten, anfangs mit der Juraformation vereinigt wurden, bis Webster solche von ihr trennte, und mit den beiden darauf folgenden Etagen zu einer einzigen Formation vereinigte, für welche der von Martin vorgeschlagene Name Wealdenformation ganz allgemeinen Eingang gefunden hat*).

Fitton zeigte, dass die Purbeckschichten auch an den gegenüberliegenden Küsten Frankreichs in der Gegend von Boulogne vorhanden sind, und aus den Beobachtungen von Passy und Graves schien zu folgen, dass bei Beauvais und im sogen. pays de Bray über dem Portlandkalke und unter der Kreideformation gleichfalls ein Schichtensystem lagert, welches dem englischen Hastingssande analog ist; was jedoch von d'Archiac bezweifelt wird. Dagegen haben Lory und Pidancet im Jura, von Bienne bis nach Belley (Ain), auf dem Portlandkalke und unter dem Neocomkalke ein System von grünlichgrauen Mergeln mit Süsswasserconchylien nachgewiesen, welches als das Aequivalent der Wealdenformation zu betrachten ist**).

Im Jahre 1830 wurde die Existenz derselben Formation im nordwestlichen Teutschland durch Hoffmann nachgewiesen***), nachdem schon früher Hausmann auf das Vorkommen von Süsswasserconchylien in den unter dem Quadersandsteine liegenden Schichten bei Hildesheim und Alfeld aufmerksam gemacht hatte. Dieses teutsche Territorium der Wealden-

in Sachsen, von welchem im ersten Bande S. 976 die Rede gewesen ist, gab Cotta in der Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft V, S. 450, und im zweiten Hefte seiner geognostischen Wanderungen ausführliche Mittheilungen.

*) *Martin*, *Geological Memoir of a part of western Sussex,* 1828. Dieser Name bezieht sich eben so wie der Name Wealdclay darauf, dass die Formation besonders in demjenigen Theile der Grafschaften Kent, Surrey und Sussex vorhanden ist, welcher *the Weald* genannt wird. Man kennt sie auch auf der Insel Wight, in Dorsetshire, Wiltshire, und in anderen Grafschaften. Auch wurden in Schottland von Murchison und Sedgwick auf der Insel Skye, und von Malcolmson bei Elgin Schichten nachgewiesen, welche dieser Formation anzugehören scheinen.

**) *Comptes rendus, t.* 29, 1849, *p.* 415.

***) Uebersicht der orogr. u. geogn. Verhältnisse vom N.W. Teutschland, S. 484 f.

formation ist später von Adolph Römer, von Koch und Dunker, und zuletzt von Dunker allein in einer ausführlichen Monographie beschrieben worden*), aus welcher sich die grosse Verbreitung und Bedeutung derselben ergab, welche beide noch dadurch bestätigt wurden, dass Ferdinand Römer dieselbe Formation im Teutoburger Walde nachwies**), von wo sie sich über Rheine an der Ems bis Bentheim erstreckt. Endlich hat neuerdings Constantin v. Ettingshausen gezeigt, dass das bei Krems in Oesterreich bekannte, aus verschiedentlich gefärbten Sandsteinen und schwarzen Schiefern bestehende Bassin, nach den von Czizek darin entdeckten Pflanzenresten, vollkommen mit der nordteutschen Wealdenbildung übereinstimmt***). Auch hat Hohenegger in Mähren und Schlesien Schichten mit denselben Pflanzen gefunden, welche jedoch von Conchylien der Neocombildung begleitet werden, woraus sich wohl nur die Folgerung ergiebt, dass die Landflora zu Anfange der cretacischen Periode noch dieselbe war, wie zu Ende der jurassischen Periode; eine Folgerung, welche auch für die Landfauna gelten muss, da bei Maidstone in England in den Schichten der Neocombildung Ueberreste von *Iguanodon Mantelli*, eines für die Wealdenformation charakteristischen colossalen Reptils, gefunden worden sind.

Wenn sich nun aus diesem Allen ergiebt, dass die Wealdenformation eine immer grössere Wichtigkeit erlangt, so muss uns auch die Frage interessiren, ob diese Süsswasserbildung, dafern sie nicht als eine völlig selbständige Formation gelten kann, in das Gebiet der jurassischen, oder in das Gebiet der cretacischen Formationsgruppe gezogen werden solle.

Elie de Beaumont war anfangs der Ansicht, dass die Wealdenformation als ein Aequivalent der Neocombildung zu deuten sei, indem gleichzeitig auf dem eigentlichen Meeresgrunde diese tiefste Etage der Kreideformation, in den Ausmündungen grosser Ströme dagegen jene Süsswasser- und Brackwasserbildung zur Entwickelung gelangt sei. Diese, an und für sich sehr ansprechende Ansicht wurde jedoch dadurch widerlegt, dass sowohl in Teutschland als auch in England die Neocombildung über der in grosser Mächtigkeit ausgebildeten Wealdenformation nachgewiesen worden ist, woraus folgt, dass beide nicht als gleichzeitige, sondern als successive Bildungen zu betrachten sind. Es bleibt daher nur

*) Monographie der norddeutschen Wealdenbildung, Braunschweig, 1846.

**) In der gehaltreichen Abhandlung, welche im Neuen Jahrb. für Mineralogie, 1850, S. 385 ff. erschien.

***) Beitrag zur Flora der Wealdenperiode, in den Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, I. Band, 3. Abth. 1852.

noch die Frage übrig, ob die Wealdenformation gleichsam als das Finale der Juraformation, oder als die Ouvertüre der Kreideformation gedeutet werden soll.

Mantell hatte schon im Jahre 1822 die Analogieen gewisser thierischer Ueberreste der Wealdenformation mit solchen der Stonesfieldschiefer hervorgehoben, und Owen hat später diese Analogieen noch weiter durchgeführt; auch machten Robertson und Murchison auf das Vorkommen ähnlicher Süsswasserschichten aufmerksam, welche schon innerhalb der Juraformation, gleichsam wie Vorläufer der Wealdenformation, auftreten (vergl. oben S. 828); wie denn überhaupt in England die Ansicht zur Geltung gelangt ist, dass die dortige Wealdenformation sich enger an die Juraformation, als an die Kreideformation anschliesst. Für die teutsche Bildung haben sich die gründlichsten Kenner derselben in ähnlichem Sinne ausgesprochen. Römer sagte im Nachtrage zu seinem Werke über die Versteinerungen des nordteutschen Oolithgebirges, dass die ganze Wealdenformation nicht zur Kreide, sondern nur zum Oolithgebirge gerechnet werden könne, und Dunker erklärte sich gleichfalls für ihre Vereinigung mit der Juraformation. Auf den Grund dieser Auctoritäten glaubten wir denn die Wealdenformation noch in die jurassische Formationsgruppe aufnehmen zu müssen, wie solches auch von Bronn in der neuesten Auflage der Lethäa geschehen ist, wo mehre paläontologische Gründe für diese Stellung aufgeführt werden *).

Zu Ende der eigentlichen Juraformation müssen also in vielen Gegenden bedeutende Aenderungen und Schwankungen im Stande des Meeresspiegels eingetreten sein, durch welche grosse Regionen des Meeresgrundes den Einwirkungen des Meerwassers theilweise oder gänzlich entzogen, und auf längere Zeit in Aestuarien oder Süsswasserbassins verwandelt wurden, auf deren Grunde die Süsswasser- und Brackwasserschichten der Wealdenformation zum Absatze gelangten. Die Grösse des Zeitraums, welcher zur Bildung dieser Schichten erforderlich gewesen sein muss, lässt sich schon daraus ermessen, dass ihre summarische Mächtigkeit in England weit über 900, und in Teutschland bis zu 1200 Fuss steigt.

Desungeachtet wird die Wealdenformation immer nur als eine l o c a l e, auf k l e i n e r e Bildungsräume beschränkte Formation zu betrachten sein, welche jedoch in den Gegenden ihres Vorkommens nicht nur ein grosses wissenschaftliches, sondern auch meist ein praktisches Interesse gewinnt, weil sie einen vortrefflichen Boden für die Vegetation liefert, und oftmals bauwürdige

*) Lethäa geognostica, 3. Aufl. IV, S. 7.

Steinkohlenflötze sowie mancherlei nutzbare Gesteine beherbergt. Wir müssen daher wenigstens ihre beiden grössten, mächtigsten und am genauesten erforschten Territorien, nämlich die englische und die nordteutsche Bildung etwas näher in Betrachtung ziehen.

§. 420. *Wealdenformation in England.*

Das grösste Gebiet, mit welchem die englische Wealdenformation zu Tage austritt, ist dasjenige, welches sich südlich von London, in den Grafschaften Kent, Surrey und Sussex, zwischen denen der Kreideformation angehörigen Bergrücken der North- und South Downs, vorwaltend in ostwestlicher Richtung erstreckt, und von Hythe über Hastings bis in die Nähe von Beachy-Head von der Meeresküste durchschnitten wird. Sie bildet ein langgestrecktes, ganz sanft gewölbtes, sattelförmiges Schichtensystem, dessen Schichten an seinen Rändern unter die Schichten der Kreideformation einfallen. Kleinere Gebiete der Formation sind diejenigen, welche auf der Halbinsel Purbeck in Dorsetshire, auf der Insel Wight und anderwärts bekannt sind.

Diese Wealdenformation des südlichen England zerfällt in drei Glieder, den Purbeckkalk (oder auch Ashburnhamkalk), den Hastingssand und den Wealdenthon.

1. Purbeckkalk. Diese untere, aus Kalkstein und Mergel bestehende Abtheilung der Formation hat ihren Namen deshalb erhalten, weil sie auf der Halbinsel Purbeck sehr schön entblöst ist; auch in Lulworth Cove und in den benachbarten Buchten zwischen Weymouth und Dorchester lässt sie sich gut beobachten.

Im Eingange dieser fast kreisförmigen Buchten oder sogenannten Coves steht gewöhnlich der feste Portlandkalkstein an, dessen Schichten 45 bis 60° landeinwärts fallen; auf ihm liegen die Schichten des Purbeckkalksteins, über welchen dann die des Hastingssandes, Wealdenthones, und endlich die Schichten der Kreideformation folgen, so dass man in einem einzigen Profile die ganze Reihe vom Portlandkalke bis zur Kreide entblöst sieht. Dabei nimmt die Aufrichtung der Schichten fortwährend zu, und in der Mitte der Buchten, da wo gewöhnlich der Wealdenthon auftritt, stehen die Schichten vertical und behaupten auch diese Stellung durch alle folgenden Glieder. Während aber die Schichten des Portlandkalkes nur tafelartig aufgerichtet sind, haben die weicheren Schichten des Purbeckmergels durch den Druck und die Nachgiebigkeit ihrer Massen sehr bedeutende Windungen erlitten.

Der Purbeckkalk ist ein thoniger und mergeliger, bisweilen glaukonitischer Kalkstein von grauer Farbe, welcher sehr viele Süsswasser-Conchylien (besonders *Paludina fluviorum*), zum Theil aber auch marine Conchylien umschliesst, deren Schalen oft so angehäuft sind, dass der

ganze Stein daraus zu bestehen scheint. Diese sehr fossilreichen Schichten wechseln mit anderen ohne Versteinerungen, so wie mit Lagen eines schiefrigen Mergels, welche die Gewinnung des Kalksteins sehr erleichtern. Der in früheren Zeiten sehr beliebte, jetzt aber nicht mehr gebräuchliche Purbeckmarmor bildet die obersten Schichten, von reinerer Masse und mit zahlreichen, wohl erhaltenen Versteinerungen. Eisenkies, Faserkalk und Gyps sind die einzigen accessorischen Mineralien, welche man in diesem Kalksteine kennt, dessen Mächtigkeit 150 bis 275 Fuss beträgt.

Sehr interessant sind die zuerst von Buckland und De-la-Beche, in der unteren Etage des Purbeckkalkes, nahe über seiner Auflagerungsfläche auf dem Portlandkalke nachgewiesenen sogenannten *dirt-beds*, vorweltliche Schichten von Dammerde, mit zahlreichen versteinerten Ueberresten einer aus Coniferen und Cycadeen bestehenden Waldvegetation, deren Stämme oder Wurzelstöcke oft noch aufrecht stehend angetroffen werden. Fitton und Forbes haben später gezeigt, dass mehre dergleichen Dirtbeds in verschiedenen Niveaus über einander vorkommen, woraus folgt, dass die Oberfläche des vorher gebildeten Schichtensystems zu wiederholten Malen längere Zeit als Festland emergirt gewesen sein muss, während welcher diese Waldvegetation zur Entwickelung gelangte.

In dem Hauptgebiete der englischen Wealdenformation ist diese untere Abtheilung fast nur bei Ashburnham bekannt; auch dort besteht sie wesentlich aus einem blaulichgrauen Kalksteine, dem sogenannten Ashburnhamkalke, welcher ausserordentlich reich an Süsswasserconchylien (zumal von Cyclas und Cyrena) ist, und mit Lagen von blauem Thon, Schieferthon und Sandstein wechselt, in welchem letzteren oft so zahlreiche Concretionen von Eisenerz vorkommen, dass früher mehre Eisenwerke bestanden. Der Kalkstein selbst wird in vielen unterirdischen Steinbrüchen gewonnen, deren Schächte 100 bis 120 Fuss tief sind; die durch sie aufgeschlossene Mächtigkeit des ganzen Schichtensystemes beträgt 100 Fuss.

Nachdem wir schon früher durch Webster, Fitton, De-la-Beche, Buckland und Mantell über die Eigenschaften und Verhältnisse des Purbeckkalkes belehrt worden waren, hat noch neuerdings Forbes über die specielle Gliederung desselben in Dorsetshire sehr genaue Studien angestellt, als deren Resultat es sich herausstellt, dass diese ganze Abtheilung der Wealdenformation in drei Etagen zerfällt werden kann, während deren Bildung vielfache Oscillationen des Meeresspiegels Statt gefunden haben müssen, durch welche eine wiederholte Abwechslung von limnischen, brackischen, marinen und auf dem Lande gebildeten Schichten zu Stande kam. Da diese Resultate auf gründ-

lichen paläontologischen Untersuchungen beruhen, und zugleich die merkwürdige Erscheinung der vorhin erwähnten Dirtbeds betreffen, so glauben wir sie in aller Kürze mittheilen zu müssen.

a. Untere Etage der Purbeckschichten. Sie besteht vorwaltend aus Süsswasserschichten, denen vier Dirtbeds oder Schichten von Dammerde, und ausserdem noch über dem letzten Dirtbed ein über 30 F. mächtiges System von brackischen Schichten eingelagert ist, so dass die ganze Mächtigkeit bis 80 Fuss beträgt. Diese letzteren Schichten enthalten *Serpula coacervata*, auch Schalen von *Rissoa*, *Cardium* und *Cypris*, während die Süsswassermergel Species von *Cypris*, *Limnaeus* und *Valvata* beherbergen. Das grosse Dirtbed liegt 8 Fuss hoch über dem Portlandkalk, von welchem es durch Süsswasserkalkstein getrennt wird, der stellenweise noch zwei kleinere Dirtbeds umschliesst, deren eines aufrecht stehende Cycadeenstämme enthält; eben so kennt man auch ein kleineres über dem grossen Dirtbed. Dieses letztere aber ist 12 bis 18 Zoll dick, dunkelbraun oder schwarz, reich an erdigem Lignit und an Geröllen von 3 bis 9 Zoll Durchmesser. Die in ihm noch aufrecht stehenden Stöcke von Coniferenstämmen greifen mit ihren Wurzeln tief ein, sind meist 1 bis 3, bisweilen 5 bis 6 Fuss lang, dabei bis 2 und 3 F. dick, und oben quer abgebrochen; die Stämme selbst liegen in grösseren und kleineren Fragmenten horizontal zwischen den Wurzelstöcken. Die weit seltneren Cycadeenstämme sind bis einen Fuss dick, und 9 bis 10 Zoll hoch. Alle diese Stämme befinden sich im verkieselten Zustande.

b. Mittlere Etage der Purbeckschichten. Sie lässt bei einer Mächtigkeit von 30 Fuss einen dreimaligen Wechsel von marinen und von limnischen oder brackischen Sedimenten erkennen. Den Anfang macht eine sehr dünne Lage von grünlichem Schieferthon mit marinen Conchylien und Abdrücken von Zostera; darüber folgen mächtige Bänke eines meist kieseligen Gesteins, welches reich an Ueberresten von *Cypris*, *Valvata*, *Paludina*, *Planorbis*, *Limnaeus*, *Physa* und *Cyclas* ist, auch Gyrogoniten enthält. Diese Schichten werden von einer sehr ausgezeichneten 12 Fuss mächtigen Gesteinslage, dem sogenannten *Cinder-bed*, bedeckt, welche fast nur aus Schalen von *Ostrea distorta* besteht, zu denen sich eine *Perna* und auch eine Species des jurassischen Echinidengeschlechtes *Hemicidaris* gesellt. Dann folgen brackische Sedimente mit vielen Fischen, namentlich aus den Geschlechtern *Lepidotus* und *Microdon*, einem Reptile *Macrorhynchus*, einer *Melania* und anderen Mollusken. Ueber ihnen liegen abermals marine Schichten mit *Pecten*, *Modiola*, *Avicula* und *Thracia*; dann folgen brackische Schichten, und endlich macht Süsswasserkalkstein mit Cypriden, Schildkröten und Fischen den Beschluss.

c. Obere Etage der Purbeckschichten. Diese, etwa 50 Fuss mächtige Etage besteht lediglich aus Süsswasserschichten, welche Ueberreste von *Paludina*, *Physa*, *Limnaeus*, *Planorbis*, *Cyclas*, von Cypriden und Fischen enthalten.

2. Hastingssand. Eine vorherrschend aus eisenschüssigem Sande und Sandsteine, mit untergeordneten Schichten von Thon, Walkerde und Mergel bestehende Ablagerung von 400 bis 500 Fuss Mächtigkeit, welche am besten an der Küste bei Hastings entblöst ist. Der Sand und der Sand-

stein sind gewöhnlich (wie der ältere Name Ironsand besagt) reich an Eisenoxydhydrat, daher gelb und braun gefärbt; doch kommen auch mächtige Schichtensysteme von weisser Farbe vor. Dabei finden sich alle Abstufungen des Kornes, vom Conglomerate bis zu sehr feinkörnigem und selbst dünnschieferigem Sandsteine; manche Varietäten liefern einen guten Baustein. Braunkohle kommt häufig in einzelnen Brocken, bisweilen auch in schmalen Lagen vor; auch Brauneisenerz und Ocker haben sich hier und da zu untergeordneten Lagern concentrirt. Bei Tilgate enthält der Sandstein grosse Lenticularmassen eines kalkigen Sandsteins, welcher ehemals gebrochen wurde.

Ausser einigen Farnkräutern, deren Wedel bisweilen in aufrechter Stellung vorkommen, sind von Pflanzenresten besonders noch die *Clathraria Lyelli* und jene sonderbaren, einige Zoll bis 9 Fuss langen Formen zu nennen, welche unter dem Namen *Endogenites erosa* aufgeführt worden sind*). Von thierischen Ueberresten finden sich Süsswasser-Conchylien aus den Geschlechtern *Unio*, *Cyclas*, *Cyrena*, *Paludina*, *Melania* und *Melanopsis*, selten (wie in einer Schicht in Dorsetshire) marine Conchylien aus den Geschlechtern *Corbula, Mytilus* und *Ostrea*, und mancherlei Wirbelthiere, unter welchen namentlich Fische, zumal Zähne und Schuppen von *Lepidotus Mantelli*, Schildkröten (*Trionyx* und *Emys*), mehre Saurier, wie z. B. *Megalosaurus*, *Plesiosaurus*, *Hylaeosaurus* und besonders die colossalen Formen des *Iguanodon*, so wie auch *Pterodactylus* erwähnt zu werden verdienen.

3. Wealdenthon. Dieses oberste, stellenweise fast 300 Fuss mächtige Glied der englischen Wealdenformation besteht vorwaltend aus einem blaulichgrauen, sehr zähen und fetten Thone, welcher untergeordnete Schichten von Sandstein und thonigem Kalkstein, nach oben auch viele Septarien von Thoneisenstein umschliesst. Diese Septarien enthalten viele Schalen von *Cyclas*, *Paludina* und *Cypris*; auch die Thone und Kalksteine sind reich an verschiedenen Species von *Cypris* und an *Paludina fluviorum*, welche letztere manche Kalksteinschichten fast ausschliesslich zusammensetzt, und dann einen Lumachellmarmor bildet, der unter den Namen *Sussexmarble* oder *Petworthmarble* in vielen gothischen Kirchen des südlichen England benutzt worden ist.

Eisenkiesknollen und Gyps kommen nicht selten in dieser thonigen Ablagerung vor, welche einen trefflichen Boden für die Vegetation darbietet, und unmittelbar von den tiefsten Schichten der Kreideformation bedeckt wird. Concordante Auflagerung und petrographische Uebergänge vermitteln oft ein sehr inniges Anschliessen beider Formationen.

*) Corda hat sie in sein Geschlecht *Tempskya* als *T. Schimperi* aufgenommen.

§. 421. *Wealdenformation im nordwestlichen Teutschland.*

Die Wealdenformation ist im nordwestlichen Teutschland über einen Landstrich von 36 Meilen Länge, von Helmstedt im Herzogthum Braunschweig, bis nach Bentheim, unweit der holländischen Gränze, an sehr vielen Punkten bekannt; so bei Helmstedt und Schöppenstedt, in der Mulde zwischen dem Hils und Ith, in der Umgebung von Nenndorf und Rodenberg, am Deister, Osterwalde und Süntel, bei Rehburg, Stadthagen, Obernkirchen und Bückeburg, in den nördlichsten Theilen Westphalens so wie in den zwischen- und anliegenden Gegenden Hannovers bei Petershagen, Minden, Büllhorst, Lübbecke, Oldendorf, Osterkappeln, Osnabrück, Barmsche, Westerkappeln, Rheine und Bentheim, endlich im Teutoburger Walde von Oerlinghausen über Bielefeld bis nach Bevergen. Dieser grossen Verbreitung entspricht auch eine ansehnliche Mächtigkeit, welche von Duncker im Maximo bis auf 1200 Fuss veranschlagt wird*).

Die vorwaltenden Gesteine dieser nordteutschen Wealdenbildung sind Thone und Mergel, Sandsteine und Kalksteine; als untergeordnete Materialien erscheinen besonders Steinkohlen und Eisensteine.

Thone und Mergel. Diese bei weitem vorherrschenden Gesteine treten in sehr verschiedenen Varietäten, als Thon, Letten, Schieferthon, Thonmergel, sandiger Mergel und Mergelschiefer auf, welche oft mit einander vergesellschaftet sind, und in einander übergehen, während die Sandmergel nicht selten in Sandstein, die Kalkmergel in Stinkkalk verlaufen. Graue und schwarze, durch Kohle und Bitumen bedingte Farben sind die gewöhnlichsten; doch kommt auch bisweilen eine gelbe und gelblichbraune, von Eisenoxydhydrat herrührende Färbung vor. Alle diese Gesteine sind theils vollkommen, theils unvollkommen schieferig und bröckelig, dabei oft sehr feinerdig im Bruche.

Eine eigenthümliche Erscheinung in diesen feinerdigen Schiefern ist das häufige Vorkommen kleiner, flach kegelförmiger, radial gerippter glänzender Protuberanzen, die auf den ersten Blick einigermaassen an Patellen, Fissurellen oder Balanen erinnern. Da sie jedoch mit ähnlichen Formen von länglicher oder ganz unregelmässiger Gestalt vergesellschaftet sind, und bisweilen eine Zusammensetzung aus vielen, in einander geschachtelten, ähnlich gestalteten Schalen erkennen lassen, so ist Dunker geneigt, sie für blose Contractionsformen des Schiefers zu halten.

*) Der Inhalt dieses Paragraphen ist wesentlich aus Dunkers trefflicher Monographie und aus der Abhandlung von Ferdinand Römer im Neuen Jahrbuche der Mineralogie entlehnt.

Sandsteine. Nächst den thonigen und mergeligen Gesteinen erscheinen die verschiedenen Sandsteine als die bedeutendsten, und zugleich als die petrographisch am besten charakterisirten Gesteine. Ihr allgemeinster Charakter besteht in der fast gänzlichen Abwesenheit des rothen Eisenoxydes, weshalb denn weisse, graue und gelbe Farben vorherrschen; auch sind sie meist sehr feinkörnig und gleichmässig körnig, und erhalten nur ausnahmsweise, wie an einigen Punkten des Bückeberges und Osterwaldes, durch kleine Quarzgeschiebe eine conglomeratähnliche Beschaffenheit. Ihr Bindemittel ist meist sparsam vorhanden und gleichmässig vertheilt, daher nicht deutlich zu erkennen; bisweilen fehlt es beinahe gänzlich, in welchem Falle das Gestein als loser Sand erscheint, wie mehrorts am Süntel und Osterwalde. In der Regel aber hat das Gestein eine bedeutende Festigkeit, eine dickschieferige und massige Structur, und liefert daher ein treffliches Baumaterial; ja, die feineren Varietäten werden selbst zu architektonischen Ornamenten und Bildhauer-Arbeiten benutzt.

Zu den grössten und ergiebigsten Steinbrüchen gehören unter anderen die am Bückeberge von Bückeburg bis Rodenburg, und am Deister bei Hohenbostel, Barsinghausen und Bredenbeck. Als charakteristisch für diese Sandsteine der teutschen Wealdenformation hebt Hausmann den fast gänzlichen Mangel an sogenannten Thongallen und das seltene Vorkommen von Glimmerschuppen hervor. Eben so gehen sie nur selten in Thonquarz und in quarzitähnliche Gesteine über, welche sich durch bedeutende Härte, feinkörnigen und splitterigen Bruch und eine blaulichgraue Farbe auszeichnen, die durch Verwitterung gelb und braun wird.

Kalksteine. Sie erscheinen zwar untergeordnet in Vergleich zu den bisher betrachteten Gesteinen, sind aber doch sehr charakteristisch für die untere Abtheilung der Formation. Bei hellgrauer, graulichgelber oder bräunlicher Farbe sind es theils ziemlich reine Kalksteine, von flachmuschligem oder splittrigem Bruche, theils thonige Kalksteine, von erdigem Bruche. Bisweilen erscheinen sie sandig, oder auch mit Bitumen imprägnirt als wirklicher Stinkkalk, wie namentlich der Serpulitenkalkstein. In der oberen Abtheilung der Formation kommen auch Schichten vor, welche fast nur aus Schalen von Cyrenen und anderen Muscheln bestehen, und förmliche Muschelconglomerate von wellenförmig gestreiftem Querbruche bilden. Sowohl diese Cyrenen- als jene Serpulitenschichten sind so bituminös, dass sich nicht selten Asphalt im festen oder halbflüssigen Zustande ausgeschieden hat. Endlich kommen auch hier und da, wie z. B. bei Neustadt am Rübenberge und am Osterwalde, schmale Lagen von Tutenmergel vor.

Kalksteinconglomerat hat sich bis jetzt nur an einem einzigen Punkte, am Fusse des Osnings bei Oerlinghausen, unmittelbar in der Auflagerung der Wealdenformation auf dem Muschelkalke gefunden. Seine aus Muschelkalke bestehenden Gerölle sind z. Th. mit einem Ueberzuge von Pyrit versehen, und durch ein hellgraues mergeliges Cäment verbunden.

Steinkohlen. Die nordteutsche Wealdenformation ist reich an Kohlenflötzen, welche einen nicht unbedeutenden Kohlenbergbau bedingen. Die meisten dieser Kohlen zeigen die Eigenschaften einer wirklichen Steinkohle oder Schwarzkohle, und sind dabei sehr bituminös, so dass sich namentlich diejenigen der Grafschaft Schaumburg und des Fürstenthums Bückeburg den besten englischen Steinkohlen vergleichen lassen. Sie sind schwarz, stark glänzend, dicht, von unebenem bis muscheligem Bruche, jedoch meist sehr zerklüftet, weshalb sie bei der Gewinnung leicht zerbröckeln; die Klüfte erscheinen nicht selten mit Eisenkies, Thon oder kohlensaurem Kalk erfüllt, welche auch häufig der Kohle beigemengt sind, und solche verunreinigen und verunedeln. Manche Kohlen nähern sich aber auch schon mehr der Braunkohle, zumal der muscheligen Braunkohle oder dem Gagat.

Diese Kohlen sind wohl jedenfalls von denselben Coniferen, Cycadeen und Farnkräutern gebildet worden, deren Ueberreste so häufig in den sie begleitenden Schieferthonen und Sandsteinen vorkommen. Diess beweist namentlich das sehr ausgezeichnete, braunkohlenähnliche Flötz von der Hohen Warte am Osterwalde, welches hauptsächlich aus Ueberresten von *Pinites Linkii* und *Pterophyllum Lyellianum* besteht, deren dicht über einander liegende Blätter und Zweige meist braun und, im Wasser erweicht, noch vollkommen biegsam sind, was eine sehr geringe Verkohlung andeutet. Die den Steinkohlen ähnlichen Varietäten mögen unter einem stärkeren Drucke, überhaupt unter anderen Bedingungen, und wohl auch zum Theil aus anderen Pflanzen gebildet worden sein; sie zeigen gar keine Holztextur, und lassen nur höchst selten undeutliche Pflanzenabdrücke, hauptsächlich von Farnen und Lycopodiaceen, erkennen.

Eisenerze. Sie erscheinen besonders als thoniger Sphärosiderit, theils in der Form von flötzartig an einander gereiheten oder auch regellos zerstreuten, abgeplatteten Nieren, theils auch in stetig fortsetzenden Lagen. Die Nieren unterscheiden sich von denen, welche in den Schieferthonen der nordteutschen Juraformation vorkommen, durch ihre mindere Häufigkeit, durch ihren geringeren Eisengehalt, und durch die Einschlüsse von Süsswasserfossilien, namentlich von *Cypriden*, *Paludinen* und *Cyrenen*; auch sind sie seltener von Kalkspath und Braunspath durchtrümert und ärmer an accessorischen Mineralien, von welchen, ausser den beiden genannten, nur noch braune Zinkblende, muscheliges Erdpech und eine hatchettinähnliche Substanz zu erwähnen sind. In der

Regel haben diese Nieren von aussen herein eine Zersetzung erlitten; sie zeigen daher eine ockergelbe oder rostbraune Rinde, eine concentrisch schalige Absonderung, und nur noch in der Mitte einen blaulichgrauen Kern.

Von anderen accessorischen Vorkommnissen erwähnt Dunker Quarz, der nur als Seltenheit in kleinen Drusenräumen vorkommt, bei Barrenhausen aber eine dünne Lage eines dunkelfarbigen, thonigen Kieselgesteins bildet, dessen Oberfläche mit würfeligen Krystalloiden besetzt ist; ferner himmelblauen Cölestin vom grossen Süntel, Kalkspath, Stinkspath, Faserkalk (sehr selten, in der Steinkohle), Eisenkies, sehr verbreitet in Knollen, Kugeln, besonders häufig aber eingesprengt, zumal in den Kohlenflötzen, und Gyps in sternförmigen kleinen Krystallgruppen.

In ihrer Gliederung zeigt die nordteutsche Wealdenformation eine so grosse Aehnlichkeit mit der englischen Bildung, dass sich dieselben drei Abtheilungen geltend machen lassen, welche wir bei dieser als Purbeckkalk, Hastingssand und Wealdenthon kennen gelernt haben; denn im Allgemeinen walten nach unten Mergel, Thone und Kalksteine, in der Mitte Sandsteine und Schieferthone, nach oben aber mergelige Schieferthone vor.

Untere Abtheilung, oder Aequivalent des Purbeckkalkes. Zu dieser Abtheilung gehören theils die tiefsten, kalkigen Uebergangsglieder des Portlandkalkes in die Wealdenbildung, welche mehrorts in der Grafschaft Schaumburg bekannt und durch *Modiola lithodomus*, *Corbula inflexa* und *C. alata* charakterisirt sind, theils jene bituminösen, besonders am Deister, Süntel und Osterwalde vorkommenden Serpulitenkalksteine, ausgezeichnet durch die wohl niemals fehlende und stellenweise zu ganzen Schichten angehäufte *Serpula coacervata*. Ueber diesen Gesteinen folgen in einigen Gegenden mächtige, kalkig-thonige Schiefermassen, welche durch häufige Sphärosiderit-Nieren und durch unzählige Schalen von Cypris mit Cycladen und anderen Süsswasserconchylien bezeichnet sind. Die Mächtigkeit dieser ganzen Abtheilung mag stellenweise 300, ja vielleicht 400 Fuss betragen.

Mittlere Abtheilung, oder Aequivalent des Hastingssandes. Sie besteht wesentlich aus sandigen Mergelschiefern, Schieferthonen und Sandsteinen, welche theils in vielfacher Wechsellagerung, theils in mächtigeren Bänken auftreten, und untergeordnete Steinkohlenflötze einschliessen. Im Fürstenthum Bückeburg und in der Grafschaft Schaumburg, wo dieses Schichtensystem höchstens 120 bis 150 Fuss mächtig ist, kommen meist 4 Kohlenflötze vor, von denen zwei bauwürdig sind. In anderen Gegenden aber, wie z. B. am Deister, steigt die Mächtigkeit dieser Sandsteinbildung bis zu 450 Fuss, und dann pflegt auch die Anzahl

der Kohlenflötze grösser zu sein, deren am Osterwalde nicht weniger als achtzehn bekannt sind, welche freilich nicht alle abgebaut werden. In noch anderen Gegenden endlich erscheint diese Formations-Abtheilung sehr unbedeutend; ja, bisweilen scheint sie gänzlich zu fehlen. Ihre wichtigsten Fossilien bestehen in Pflanzenresten, zumal von Cycadeen und Farnkräutern.

Obere Abtheilung, oder Aequivalent des Wealdenthones. Ihr vorwaltendes Material sind dunkelfarbige, bröckelige Schieferthone und Mergel, welche hin und wieder sandig werden und schwache Lagen von Thonsandstein bilden; ausser den Schichten mit Conchylien, die meist in Kalkspath verwandelt sind, kommt kohlensaurer Kalk in dieser Etage nur wenig vor. Die wichtigsten organischen Ueberreste sind Schalen von Süsswasser-Mollusken, zumal von Cycladen, Paludinen und Melanien, so wie von Cypriden. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung ist ausserordentlich schwankend, von einigen wenigen bis zu 300 Fuss.

Die nordteutsche Wealdenformation zeigt oftmals sehr gestörte Lagerungsverhältnisse, eben so wie die Juraformation und die Kreideformation, zwischen denen sie abgelagert ist. Nirgends sind diese Störungen auffallender, als im Teutoburger Walde, wo alle diese Formationen nicht nur bis zu senkrechter Stellung aufgerichtet sind, wie bei Horn und Detmold, sondern wo weiterhin sogar eine allgemeine Ueberkippung derselben Statt findet, so dass die Schichten der Juraformation (oder, wo diese fehlt, der Trias) über denen der Wealdenformation, und diese wiederum über denen der Kreideformation liegen. Dergleichen Ueberstürzungen der ganzen ursprünglichen Lagerung sind ganz vortrefflich in den Profilen bei Oerlinghausen, Bielefeld und Kirchdornberg zu beobachten, und von Hoffmann, Dunker und F. Römer beschrieben worden.

Gleichwie in England die Formation nicht scharf gegen die Kreideformation abgegränzt ist, so finden sich auch stellenweise in Teutschland, z. B. am Osterwalde, wirkliche Uebergänge sowohl abwärts in den Portlandkalk, als aufwärts in die cretacischen Schichten, mit Gemengen von marinen und limnischen Conchylien; woraus wohl gefolgert werden kann, dass die ganze Bildung zu Anfange und zu Ende im brackischen Wasser Statt gefunden habe.

Was endlich die organischen Ueberreste betrifft, so verrathen die Pflanzen noch einen tropischen Charakter, denn Cycadeen und Farnkräuter sind vorwaltend; auch lassen sie noch eine grosse Aehnlichkeit mit denen der Lias- und Juraformation erkennen; ja, *Cyclopteris digitata* findet sich gerade so, wie im braunen Jura von Yorkshire. Die

thierischen Ueberreste stammen meist von Süsswasser-Mollusken und Crustaceen, namentlich aus den Geschlechtern *Unio*, *Cyrena* oder *Cyclas*, *Paludina*, *Melania* und *Cypris*; von marinen Mollusken finden sich nur solche vor, die auch in Aestuarien leben, wie *Ostrea*, *Corbula*, *Modiola* und *Mytilus*. Die Fische kommen zum Theil auch in der oberen Juraformation vor; andere, wie *Lepidotus Mantelli* und *L. Fittoni*, scheinen der Wealdenformation eigenthümlich anzugehören; die Saurier sind verschieden von denen, welche England geliefert hat.

Die organischen Ueberreste sind übrigens sehr ungleich vertheilt; die untere Abtheilung enthält überhaupt nur wenige Arten, unter welchen *Serpula coacervata*, *Cypris*, verdrückte Cycladen und einige marine Muscheln vorwalten; die mittlere Abtheilung ist besonders durch Cycadeen, Farne, Unionen und Reptilien ausgezeichnet; die obere Abtheilung endlich verschliesst den grössten Reichthum an Fossilien, unter welchen sich namentlich die (unter den Muscheln überhaupt sehr vorwaltenden) Cyrenen, die Paludinen und Melanien auszeichnen, die oft zur Bildung ganzer Schichten wesentlich beigetragen haben.

In der teutschen und englischen Wealdenformation sind bis jetzt nach v. Ettingshausen 72 verschiedene Pflanzenformen, und nach Dunker 170 verschiedene Thierformen nachgewiesen worden, welche letztere Zahl jedoch durch die von Brodie und Westwood im Wardourthale aufgefundenen Insektenreste einen bedeutenden Zuwachs erhalten hat. Aus einer Vergleichung der beiderseitigen Flora und Fauna ergiebt sich:

1. dass die teutsche Formation besonders an Pflanzen, aber auch an Thieren reicher ist, als die englische, in welcher jedoch das Geschlecht *Unio*, so wie die Fische, Reptilien und Insekten weit manchfaltiger vertreten sind;
2. dass die meisten in Teutschland gefundenen Geschlechter auch in England vorkommen, jedoch zum Theil durch andere Species repräsentirt werden;
3. dass aber eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Species in beiden Ländern identisch ist.

Als die wichtigsten, d. h. am häufigsten vorkommenden Formen der teutschen Wealdenformation dürften aber etwa folgende zu nennen sein.

I. Pflanzen.

Confervites fissus Dunk. häufig bei Obernkirchen.
Equisetites Burchardti Dunk.
. *Phillipsii Dunk.*
Neuropteris Albertsii Dunk.
. *Huttoni Dunk.*
Cyclopteris digitata Brong. häufig am Osterwalde und Bückeberge.
. *Mantelli Dunk.* nicht selten; = *C. Klipsteinii Dunk.*

Hausmannia dichotoma Dunk.
Sphenopteris Mantelli Brong. wohin nach v. Ettingshausen auch *Sph. tenera* und *Roemeri Dunk.* gehören.
. *Goepperti Dunk.* wozu auch *Sph. Hartlebeni* gehört.
. *longifolia Dunk.*
Alethopteris Göpperti Ettingsh., = *Pecopteris polydactyla Göpp.*
. *elegans Göpp.*
Polypodites linearis Ettingsh.
Tempskya Schimperi Corda, = *Endogenites erosa*, ziemlich häufig bei Nenndorf.
Cycadites Brongniarti Röm. selten.
Zamites aequalis Göpp. selten.
Pterophyllum Lyellianum Dunk. sehr häufig.
. *Dunkerianum Göpp.* desgl.
. *Schaumburgense Dunk.* desgl.
Palaeobromelia Jugleri Ettingsh. eine sehr ausgezeichnete Pflanzenform.
Widdringtonites Kurrianus Endl. = *Thuites Kurrianus Dunk.* ziemlich häufig.
Pinites Linkii Endl. = *Abietites Linkii Röm.* am Deister und Osterwalde so wie bei Duingen äusserst häufig, die dortige Blätterkohle fast ausschliesslich zusammensetzend.
Carpolithes und *Mantelli Stock.* und andere Arten.

II. Thiere*).

Avicula arenaria Röm. 46, 1, nicht selten im eisenschüssigen Sandsteine des Osterwaldes.
Mytilus membranaceus Dunk. 46, 2, nicht häufig.
Modiola lithodomus Dunk. 46, 3, sehr häufig an der unteren Gränze der Formation; auch in den Cyrenenschichten der oberen Abtheilung.
Unio, fünf verschiedene Species.
Cyrena, das vorwaltende Geschlecht, nach der Zahl der Species sowohl als der Individuen; die wichtigsten der 35 Species, welche Dunker besitzt, sind etwa folgende:
. . . . *obtusa Röm.* 46, 4.
. . . . *ovalis Dunk.* 46, 5.
. . . . *Heysii Dunk.* 46, 6.
. . . . *nuculaeformis Röm.* 46, 7.
. . . . *isocardia Dunk.* 46, 8.
. . . . *caudata Röm.* 46, 9, die allerhäufigste.
. . . . *majuscula Röm.*
Cyclas, vier Species.
Pisidium Pfeifferi Dunk. 46, 10, häufig in der oberen Abth.
. *pygmaeum Dunk.* 46, 11, natürl. Grösse und vergrössert, desgl.

*) Die wichtigsten Species sind auf Taf. XLVI unseres Atlas abgebildet, auf deren Figuren sich die hinter den Species-Namen stehenden Zahlen beziehen.

Corbula alata Sow. 46, 12, sehr häufig in der unteren Etage bei Bückeburg.
. . . . *inflexa Röm.* 46, 13, desgl.
Paludina fluviorum Sow. 46, 14, oft in unzähliger Menge.
. *elongata Sow.* 46, 15, selten; häufig in England.
Melania strombiformis Schl. 46, 16, verschiedene Varietäten, äusserst verbreitet.
. . . . *attenuata Sow.* 46, 17, nat. Grösse und ein Stück vergrössert; nicht selten.
Turritella minuta Dunk. 46, 18, nat. Grösse und vergrössert.
Nerita valdensis Röm. im Serpulitenkalk bei Nenndorf.
Limnaeus Hennei Dunk. bei Obernkirchen.
Planorbis Jugleri Dunk. bei Neustadt und am Deister.
Serpula coacervata Blumenb. 46, 19, nat. Grösse, bei *a* vergrössert; bildet zumal am Deister und Süntel ganze Schichten.
Cypris valdensis Sow. 46, 20; zu Millionen im Schieferthone: nat. Grösse und stark vergrössert.
. . . . *oblonga Röm.* 46, 21, stark vergrössert, sehr häufig.
. . . . *granulosa Sow.* 46, 22, stark vergrössert.
Estheria elliptica Dunk., mit Cypris bei Obernkirchen.
Lepidotus Mantelli Ag. 46, 23 *a* und *b* Gaumenstück mit Zähnen, *c* einzelne Schuppe; häufig in Fragmenten, Schuppen und Zähnen.
. *Fittoni Ag.* desgleichen.
Pycnodus Mantelli Ag. Fragmente.
Sphaerodus irregularis Ag. 46,24; sehr häufig im Wealdenthone der Grafschaft Schaumburg.
. *semiglobosus Dunk.* Zähne häufig.
Gyrodus Mantelli Ag.
Hybodus Fittoni Dunk. Ichthyodorulith von Neustadt.
Iguanodon Mantelli Mey. = *Ig. anglicus Holl*; 46, 25, ein Zahn; dieser Saurier ist bis jetzt nur in England vorgekommen.

In Teutschland hat man bis jetzt, ausser verschiedenen Zähnen von Sauriern, besonders folgende, von Hermann v. Meyer beschriebene Reptilien kennen gelernt:

Pholidosaurus Schaumburgensis Mey. höchst ausgezeichnet durch einen Panzer von harten, knochenähnlichen Schuppen,
Macrorhynchus Meyeri Dunk. Steinkern des Schädels, und
Emys Menkei Röm.

Die englische Wealdenformation ist weit reicher an Reptilien.

Dreizehnter Abschnitt.

Kreideformation.

§. 422. *Einleitung und allgemeine Uebersicht.*

Die Kreideformation (*formation crétacée*, *chalk-formation* oder *cretaceous group*) ist die letzte grosse Sedimentbildung aus der Reihe der secundären oder mesozoischen Formationen, und zugleich eines der interessantesten und am genauesten erforschten Glieder in der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste.

Ihren Namen hat sie deshalb erhalten, weil in Süd-England und Nordfrankreich, wo sie zuerst erkannt und studirt worden ist, die weisse, schreibende Kreide als eines ihrer wesentlichen und besonders charakteristischen Glieder hervorragt. In der That bildet dort das Auftreten dieser ausgezeichneten und in ihrer Art einzigen Kalkstein-Varietät eine so hervorstechende Eigenthümlichkeit der Formation, dass für sie in diesen Gegenden eine bezeichnendere Benennung kaum ausfindig gemacht werden könnte. Wenn nun aber dieselbe Benennung auf den Complex aller ihrer Glieder und später auf alle ihre Territorien ausgedehnt worden ist, so darf man deshalb nicht glauben, dass die eigentliche Kreide das vorherrschende Material der ganzen Formation bilde, oder dass solche auch in allen Territorien derselben wirklich vorkomme. Denn schon in Europa sind es, ausser den beiden genannten, nur wenige Länder, in welchen diese weisse Kreide vorhanden ist, während solche in den meisten europäischen, und noch weit mehr in den aussereuropäischen Territorien der Formation vermisst wird.

Da in den beiden Ländern, von welchen unsere Kenntniss der Formation ausgegangen ist, unter der Kreide glaukonitreiche Mergel und Sandsteine liegen, welche sich durch ihre paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Lagerungsverhältnisse und durch ihre innige Verknüpfung mit der Kreide als tiefere Glieder derselben Formation zu erkennen geben, so hat man sich wohl auch bisweilen der Benennung Grünsand- und Kreideformation zur Bezeichnung des ganzen Schichtencomplexes bedient; womit denn eine zweite, sehr charakteristische Eigenthümlichkeit der Formation zum Ausdrucke gebracht wurde. Denn es ist wohl nicht zu läugnen, dass der sogenannte Grünsand oder Glaukonit in keiner der uns bekannten Formationen eine gleich wichtige Rolle spielt, wie in der Kreideformation. In allen Abtheilungen und Etagen dersel-

ben, mit Ausnahme der eigentlichen Kreide, begegnen wir mehr oder weniger häufig solchen mit Glaukonitkörnern gemengten Gesteinen; mächtige und weit fortsetzende Schichtensysteme derselben erscheinen dadurch grün gefärbt, manche Schichten bestehen ganz vorwaltend aus Glaukonit, und in vielen wird man wenigstens noch unter der Loupe sparsam eingestreute Glaukonitkörner entdecken*).

Der Glaukonit ist also wirklich ein Mineral, welches manche tiefere Schichten der Kreideformation eben so charakterisirt, wie ihre oberen Schichten in vielen Gegenden durch die weisse Kreide ausgezeichnet sind. Desungeachtet behalten wir die kürzeren Namen Kreideformation oder cretacische Formation bei, deren man sich gegenwärtig fast allgemein zur Bezeichnung dieser letzten Secundärformation bedient. Uebrigens gilt vom Glaukonit dasselbe, was von der Kreide gesagt wurde, dass er nämlich keinesweges überall vorhanden ist, indem es mächtige und ausgedehnte Schichtensysteme giebt, in welchen die Glaukonitkörner gänzlich vermisst werden. Nächst der Kreideformation sind es besonders gewisse tertiäre Formationen, in denen der Glaukonit ebenfalls recht angehäuft ist; auch kennt man ihn hier und da im Gebiete älterer Sedimentformationen; aber eine so allgemeine Verbreitung, wie in den unteren und mittleren Etagen der Kreideformation, dürfte das Mineral nirgends erlangt haben.

Nach ihren paläontologischen und bathrologischen Verhältnissen hat man die verschiedenen Schichtensysteme der Kreideformation in mehre Formationsglieder gesondert. So wurden schon lange in England von unten nach oben der untere Grünsand, der Galt, der obere Grünsand, der Kreidemergel und die eigentliche Kreide unterschieden, womit denn auch fast alle Etagen fixirt waren, welche noch jetzt als wesentlich verschiedene anerkannt werden.

Mit dem Jahre 1835 trat die Naturgeschichte der Kreideformation dadurch in ein neues Stadium, dass Montmollin im Canton Neuchâtel eine untere, wesentlich aus Kalkstein und Mergel bestehende Etage der Kreideformation nachwies, welche er *terrain crétacé du Jura* nannte**), während später Thurmann für dieselbe Etage die von dem lateinischen

*) Daher bemerkt auch Beyrich sehr richtig, dass es unzweckmässig ist, den Namen Grünsand zur Bezeichnung eines bestimmten Niveaus innerhalb der Kreideformation anzuwenden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, S. 117.

**) Montmollin's erste Abhandlung erschien 1835 in den *Mém. de la soc. de Neuchâtel, I, p.* 49 f. nachdem schon im Jahre 1834 seine Beobachtungen und Folgerungen von der *réunion* der jurassischen Geologen zu Neuchâtel einstimmig approbirt worden waren. Die eigenthümliche Natur dieser Schichten war übrigens schon im Jahre 1803 von Leop. v. Buch erkannt worden, wie aus einem handschriftlichen Kataloge hervorgeht, den er damals über die Gesteine der Gegend von Neuchâtel verfasste. Vergl. *Comptes rendus, t.* 15, 1842, *p.* 366.

(oder eigentlich griechischen) Namen der Stadt Neuchâtel, *Neocomum*, entlehnte Benennung *terrain néocomien* in Vorschlag brachte. Man überzeugte sich bald, dass diese Neocombildung in den Alpen und in anderen Gegenden des südlichen Europa eine recht bedeutende Rolle spiele; im Jahre 1840 erklärte Adolph Römer, dass die in der Hilsmulde Hannovers abgelagerten sogenannten Hilsgesteine, deren cretacischen Charakter er bereits im Jahre 1837 erkannt hatte, als die wirklichen Aequivalente der Neocombildung zu betrachten seien*); und im Jahre 1844 zeigte Fitton, dass der untere Grünsand Englands, wie solches schon 1840 von Alcide d'Orbigny ausgesprochen worden war, das *terrain néocomien* des südlichen Europa repräsentire.

So war denn die Neocombildung, dieses erste Hauptglied der Kreideformation, als eine sehr wichtige und weit verbreitete Bildung nachgewiesen, deren Selbständigkeit und Bedeutsamkeit durch spätere Entdeckungen in Europa und in anderen Erdtheilen immer mehr erkannt wurde.

Auch das zweite, zuerst in England erkannte und unter dem Namen Galt oder Gault**) aufgeführte Hauptglied der Formation lernte man später in Frankreich, in der Schweiz und in anderen Gegenden des südlichen Europa als eine sehr wichtige, und, wenn auch bisweilen nur geringmächtige, so doch selbständige Etage kennen.

Die über dem Galt folgenden und in England als oberer Grünsand, als Kreidemergel und Kreide unterschiedenen Glieder der Kreideformation zeigen in vielen anderen Ländern so ganz abweichende petrographische Eigenschaften und auch oftmals nur so allgemeine paläontologische Unterschiede, dass ein und dasselbe Gliederungsschema für sie kaum überall mit Consequenz durchzuführen sein dürfte. Insbesondere sind der Grünsand und der Kreidemergel, oder die Aequivalente derselben, nicht selten zu einer einzigen grösseren Bildung verschmolzen, während die eigentliche Kreide und deren Aequivalente einen mehr selbständigen Charakter zu behaupten scheinen. Demnach dürfte es für das Bedürfniss einer allgemeineren Uebersicht am zweckmässigsten sein, mit d'Archiac, Bronn und F. Römer, unter Benutzung einiger von A. d'Orbigny vorgeschlagener Namen, die Kreideformation überhaupt nach folgendem Schema einzutheilen:

*) Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 445 und 1840, S. 194.

**) Da die Engländer sich für diesen Namen beider Schreibarten bedienen, ihn aber doch mehr wie Galt aussprechen, so möchte wohl in teutschen Schriften die Schreibart Galt beizubehalten sein, deren wir uns auch künftig bedienen werden, obgleich auf den Tafeln unseres Atlas noch die andere Schreibart beibehalten ist.

I. Untere Kreideformation.
1. Neocombildung, oder Hilsbildung.
2. Galt.
II. Obere Kreideformation.
3. Turonbildung; Grünsand, Kreidemergel und Aequivalente.
4. Senonbildung; Kreide und deren Aequivalente.

Diese Eintheilung lässt sich mit derjenigen, welche Alcide d'Orbigny aufgestellt hat, indem er die Kreideformation in sieben Etagen zerfällt, folgendermaassen parallelisiren; es entspricht:

der Neocombildung, d'Orbigny's *étage néocomien*,
dem Galt, ... *aptien* und *albien*,
der Turonbildung, ... *cénomanien* und *turonien*,
der Senonbildung, ... *sénion* und *danien*.

Ewald hat nämlich gezeigt, dass d'Orbigny's *étage aptien* wirklich mit dem Galt vereinigt werden muss, und nicht als ein besonderes Formationsglied zwischen diesem und der Neocombildung betrachtet werden kann. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, 440. Die beiden als *cénomanien* und *turonien* aufgeführten Etagen sind häufig so eng verbunden, und daher so schwer zu sondern, dass es bei einem allgemeineren Ueberblicke zweckmässig erscheint, sie zu vereinigen, wie solches auch von F. Römer für die westphälische Kreideformation geschehen ist. Was aber das *terrain danien* betrifft, so hat sich Hébert noch neuerdings dafür erklärt, dass es am besten sei, diesen Namen fallen zu lassen, weil er nur eine besondere Facies der oberen Kreide bezeichne. *Comptes rendus, t.* 35, *p.* 862.

Uebrigens bemerkte Beyrich mit Recht, dass es für die oberen Abtheilungen der Kreideformation noch an passenden, alle ihre Glieder begreifenden und von der petrographischen Beschaffenheit derselben unabhängigen Namen fehle, wie es die Namen Neocom und Galt für die unteren Abtheilungen sind. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 295, und II, S. 113. Diess bestimmte ihn auch, später die d'Orbignyschen Namen Cenoman, Turon und Senon zu adoptiren. *Ibidem* III, S. 570.

Die Kreideformation ist sehr verbreitet in der alten wie in der neuen Welt, scheint aber doch sowohl nach Norden, wie nach Süden gewisse Gränzen nicht zu überschreiten. Leopold v. Buch hat gezeigt, dass sie in der nördlichen Hemisphäre bei Thistadt in Jütland mit 57°, in der südlichen Hemisphäre aber in der Maghellans-Strasse mit 53° ihre grösste Entfernung vom Aequator erreicht, und weiterhin gegen die Pole nicht bekannt ist.

In Europa, sagt Bronn, sind Territorien der Kreideformation bekannt in Dänemark, Schonen, auf Helgoland, in Portugal, Spanien, Frankreich, England, Teutschland, Italien, Sicilien, Istrien, Polen, in der Türkei, in Griechenland, in Mittel- und Südrussland, wo ihre aus Schonen kommende nördliche Gränze über Grodno, Mohilew, Orel und Simbirsk nach der Wolga und

dem Kaukasus zieht; in Asien ist die Kreideformation am Kaukasus und in Daghestan durch Dubois und Abich erforscht, auch am Libanon und Sinai, und bis nach Ostindien nachgewiesen worden; in Afrika kennt man sie in Aegypten, Marokko, Algerien und am Kap; endlich ist sie in ganz Amerika vorhanden, wo sie von New-Jersey bis nach Alabama einen mehr oder weniger unterbrochenen Zug bildet, ganz besonders aber von Alabama, Mississippi und Tennessee aus nach Westen über Texas und Mexico eine grosse Verbreitung gewinnt, während sie in Südamerika, von Venezuela aus längs der Andeskette bis zum Feuerlande, an vielen Punkten nachgewiesen wurde. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 9.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Kreideformation.

§. 423. *Conglomerate, Sandsteine und Thone.*

Die Kreideformation besteht wesentlich aus Sandsteinen, Sand und Kalksteinen, aus Mergeln, Thonen und Schieferthonen, welche letztere in manchen Fällen durch förmliche Thonschiefer, so wie die Sandsteine durch Quarzite oder Kieselschiefer ersetzt werden; Conglomerate kommen zwar vor, gewinnen aber niemals eine grosse Bedeutung. Von untergeordneten Gesteinen sind besonders Flint oder Feuerstein, Steinkohlen und Eisenerze, so wie als seltene, ja zum Theil noch als zweifelhafte Vorkommnisse Dolomit, Gyps und Steinsalz zu erwähnen. Endlich ist der Glaukonit als ein sehr allgemein verbreitetes und bisweilen sogar in selbständigen Schichten auftretendes Material hervorzuheben. Wir beginnen die Betrachtung dieser verschiedenen Materialien wiederum mit den psephitischen und psammitischen Gesteinen.

1. Conglomerate. Innerhalb und noch häufiger an der Basis der aus Sandstein bestehenden Etagen finden sich bisweilen Conglomerate ein, welche gewöhnlich sehr vorwaltend aus Quarzgeröllen bestehen, nur selten den Charakter von polygenen Conglomeraten besitzen, und theils als feste consistente Gesteine, theils als lose Geröllmassen erscheinen. Da sie fast niemals eine bedeutende Mächtigkeit erlangen, so gebührt ihnen auch im Allgemeinen nur der Rang von untergeordneten Gesteinen.

In Sachsen sind die tiefsten Schichten des Quadersandsteins vielorts als lockere Quarzconglomerate ausgebildet, in welchen wohl auch mehr oder weniger Geschiebe des unterliegenden Gesteins vorkommen, die Quarzgerölle aber nuss- bis faustgross, und häufig mit einer geätzten, im Sonnenlichte schillernden Oberfläche versehen sind; so z. B. bei Niederschöna und von dort bis gegen Dippoldiswalde hin; namentlich auf den Höhen bei Malter und Hökendorf sind die Quarzgerölle oft sehr auffallend geätzt. Im Plauenschen

Grunde bei Dresden enthalten die tiefsten, dem Syenite unmittelbar aufliegenden Schichten der Kreideformation oft so viele, faust- bis kopfgrosse Syenitgeschiebe, dass sie als grobe Conglomerate erscheinen. In der Gegend von Dohna aber sieht man mehrorts polygene, aus Granit-, Porphyr-, Schiefer- und Quarzfragmenten bestehende Conglomerate als die Grundschichten der Kreideformation. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. V, S. 349, 354 und 364. — Auch in Schlesien kommen an mehren Punkten conglomeratartige Grundschichten des Quadersandsteins vor; bei Wartha, Neuland, Goldberg und Prausnitz erscheinen nach v. Dechen die liegendsten Schichten desselben als ein grobes, aus weissen, röthlichen und bräunlichen Quarzgeröllen bestehendes Gestein; eben so verhält es sich nach Reuss im Königgrätzer Kreise in Böhmen, wo sich zu den Quarzgeröllen oft Thonschieferfragmente gesellen. In Westphalen, bei Werl, Rüthen u. a. O. wird die tiefste, aus Glaukonitsand bestehende Schicht oft conglomerat- oder breccienartig durch eingeschlossene Fragmente von Quarz, Kieselschiefer und Kohlensandstein. — Vielfach besprochen sind die in Belgien unter dem Namen der Tourtia bekannten Conglomeratschichten, welche dort gleichfalls unmittelbar der Steinkohlenformation oder noch älteren Bildungen aufliegen. Auch in Irland wird der sogenannte Mulatto, ein glaukonitischer Sandstein, nach unten oft conglomeratartig durch Quarzgerölle und Glimmerschieferfragmente.

Ausser diesen conglomeratähnlichen Grundschichten kommen aber auch in manchen Territorien der Kreideformation höher aufwärts Conglomeratschichten vor, welche sich den Sandsteinen und Sanden unterordnen, und nur als grobe, geröllreiche Varietäten dieser Gesteine zu betrachten sind.

2. Sandsteine, Sande und andere Kieselgesteine. Zu den sehr vorwaltenden Gesteinen der Kreideformation gehören unstreitig die Sandsteine, welche bisweilen durch lose Sandmassen ersetzt werden. Diese psammitischen Gesteine erscheinen nämlich in allen Etagen der Formation und in sehr verschiedenen Varietäten; sie sind meist weiss, gelb, braun oder auch, durch beigemengte Glaukonitkörner, grün, aber nur sehr selten roth gefärbt, bestehen immer vorwaltend aus Quarzkörnern, sind bald feinkörnig bald grobkörnig, werden mitunter conglomeratartig und besitzen als Sandsteine ein bald thoniges, bald mergeliges, bald kieseliges oder auch eisenschüssiges Bindemittel, welches zuweilen recht vorwaltend wird, während es häufig dermaassen zurücktritt, dass die Quarzkörner wie unmittelbar an einander gepresst erscheinen. In solchen Fällen sind diese Körner bisweilen sehr krystallinisch oder als wirkliche, wenn auch unvollkommene, Krystalle ausgebildet. Discordante Parallelstructur ist eine sowohl in den Sandsteinen, als auch in den losen Sanden der Kreideformation nicht selten vorkommende Erscheinung*).

*) Leopold v. Buch gedachte dieser Erscheinung schon im Jahre 1797 von der Heuscheuer in Schlesien und von den Adersbacher Felsen in Böhmen, wo man stel-

Nach Maassgabe ihrer anderweiten Beschaffenheit ist die Schichtung dieser Sandsteine bald mehr bald minder deutlich ausgeprägt; die Mächtigkeit der Schichten schwankt von einigen Zoll bis zu vielen Ellen; bei sehr mächtigen Schichten erscheint die Schichtung oft weniger markirt, zumal wenn, wie diess häufig vorkommt, die Schichtungsfugen durch keine thonigen Zwischenlagen bezeichnet, und die übereinander folgenden Schichten von ganz gleichartiger Beschaffenheit sind. Da sich zu der Schichtung oft eine verticale Zerklüftung gesellt, so zeigen die mächtiger geschichteten Sandsteine der Kreideformation eine quaderförmige oder pfeilerförmige Absonderung, wie namentlich der sogenannte Quadersandstein in Sachsen, Böhmen und Schlesien.

Die Sandsteine und Sande der Kreideformation sind bald sehr arm, bald reich an organischen Ueberresten, welche aber gewöhnlich nur als Steinkerne und Abdrücke, und nur selten leibhaftig erhalten oder durch Chalcedon oder Hornstein petrificirt sind. Ausserdem gehören Lagen, Trümer und Nester von Hornstein oder Chalcedon, und Concretionen von Brauneisenerz zu den nicht seltenen Erscheinungen; die letzteren gehen oft in blose Imprägnationen mit Eisenoxydhydrat über, welche das Gestein in allerlei seltsam gestalteten Formen durchziehen.

Wo die Sandsteine der Kreideformation eine grosse Mächtigkeit erlangen, da erscheinen sie meist sehr einfarbig und liefern, in Folge der Erosion, in engen Schluchten und Thälern so wie in ihren rückständigen Kuppen eine durch schroffe und oft senkrechte Felswände, durch groteske und abenteuerliche Felsgestalten ausgezeichnete, daher oft recht imposante, aber doch etwas monotone Scenerie. (Sogenannte Sächsische Schweiz, Politz und Adersbach in Böhmen, Blackdown in Devonshire).

Als die wichtigsten Varietäten dieser psammitischen Gesteine der Kreideformation sind loser Sand, und verschiedene Sorten von Sandstein, namentlich reiner, kieseliger, thoniger, kalkiger, glaukonitischer und eisenschüssiger Sandstein zu betrachten.

a. Loser Quarzsand. Ganze Schichten und selbst mächtige Ablagerungen von losem Sande gehören zu den nicht seltenen Erscheinungen; sie sind meist weiss, gelb oder braun, und enthalten oftmals Concretionen oder Bänke von festem Sandstein, dessen Bindemittel theils hornsteinartig, theils Eisenoxydhydrat ist. Auch glaukonitische und daher grünlich gefärbte Sandschichten kommen in der Kreideformation ziemlich häufig vor.

lenweise glauben könne, eine geneigte Schichtung zu sehen, allein die Richtung der Streifen gehe nach allen Weltgegenden und mit allen möglichen Fallwinkeln. Versuch einer miner. Beschr. von Landeck, S. 46.

In Belgien bei Anzin liegt unter der vorhin erwähnten Tourtia eine Ablagerung von grobem losen Sande, welche durch vieles Wasser zu einem schwimmenden Gebirge wird, und dem Kohlenbergbau grosse Hindernisse verursacht; sie führt den Namen *torrent*, und besteht aus erbsengrossen Quarzkörnern so wie aus kleinen Geschieben ven Quarz, Hornstein und Kieselschiefer; ihre Mächtigkeit beträgt 10 bis 40 Fuss. Auch bei Aachen beginnt nach Debey die Kreideformation mit einer sehr mächtigen Sandablagerung, welcher Thonschichten und concretionäre Sandsteinbänke eingeschaltet sind. Dagegen besteht nach Becks und F. Römer in Westphalen, zwischen Haltern und Recklinghausen, die oberste Etage der Kreideformation in der bedeutenden Mächtigkeit von mehren 100 Fuss fast nur aus losem, gelbem Quarzsande, welcher namentlich am Stimmberge viele braune bis bräunlichschwarze, plattenförmige Concretionen von sandigem Brauneisenerz, anderwärts aber Nester und Bänke von quarzitähnlichem Sandstein umschliesst. Dieselben Sandbildungen finden sich nördlich von der Lippe an der hohen Mark, am Annaberge und in den Reckenschen Bergen; an den Borkenbergen, östlich von Haltern, ist der Sand rostbraun, und geht oft in weichen braunen, oder in sehr harten schwarzen Sandstein über. Aehnliche Ablagerungen von lockerem Sande und von Quarzkieseln, mit häufigen Concretionen von Kieselsandstein und Kieselconglomerat sind es, welche Beyrich bei Quedlinburg so wie an der Nordseite des Riesengebirges am Queiss und Bober nachgewiesen und unter dem Namen Ueber-Quader beschrieben hat; bei Quedlinburg existirt noch eine zweite mächtige Etage von lockerem Sande, in welcher Kohlenflötze vorkommen. Alle diese Sandbildungen gehören, eben so wie jene in Westphalen, der obersten Abtheilung der Senonbildung an, und entsprechen also ihrer bathrologischen Stellung nach der weissen Kreide Englands und Frankreichs.

Wie in Teutschland so kennt man dergleichen sandige Schichten auch in anderen Ländern, obwohl sie dort meist eine ganz andere bathrologische Stellung behaupten. Bei Godalming und Hindhead in Surrey sind es lose Sandlager mit untergeordneten Concretionen und Schichten van Hornstein, welche die untere Abtheilung der Kreideformation (oder die Neocombildung) wesentlich zusammensetzen; die ganze Gegend stellt eine dürre, baumlose, nur hier und da mit Haidekraut bewachsene Landschaft dar. Auf ähnliche Weise stellt der untere sogenannte Grünsand in Wiltshire eine Ablagerung von gelbem oder braunem Sande dar. Eben so ist der sogenannte Shanklin-Sand in Sussex in der Hauptsache ein ziemlich buntscheckiger (grau, grün, gelb, braun, roth und weiss gefärbter) Sand mit Concretionen von Hornstein und Kalkstein. — Aehnliche bunte Sande bilden nach d'Archiac in Frankreich bei Vassy (Haute Marne) in der unteren Kreideformation eine 10 bis 12 Fuss mächtige Schicht, welche sich, ungeachtet ihrer geringen Mächtigkeit, als ein vortrefflicher Horizont aus dem Département der Maas bis in jenes der Nièvre verfolgen lässt. Auch im Dép. der Orne kommen nach d'Archiac an der Basis der dortigen (mit der Turonbildung beginnenden) Kreideformation theils glaukonitische, theils gebliche Sandschichten vor; und bei le Mans, so wie überhaupt im Dép. der Sarthe, spielen gleichfalls Sandschichten eine wichtige Rolle. — Nach Sharpe liegt in Portugal der Hippuritenkalk gleichförmig auf eisenschüssigem Sande, welcher zu einer sehr ausgedehnten und mächtigen

Etage der dortigen Kreideformation gehört, die an der Küste, von Lissabon bis zur Mündung der Vouga, 150 engl. Meilen, und landeinwärts 20 bis 40 Meilen weit zu verfolgen ist. In diesem, ganz an Diluvialbildungen erinnernden losen Sande und Gerölle kommen nördlich von Lissabon viele Kalksteinschichten vor, deren Fossilien die cretacische Natur des Sandes ausser allen Zweifel stellen. — Auch bei Bannewitz, unweit Dresden, liegt nach Geinitz auf der Gränze des unteren Quadersandsteins und Pläners eine Schicht von äusserst feinem weissem Sande, welcher Millionen verkieselter Röhren von *Serpula plexus* enthält.

b. Reine Quarzsandsteine. Zu ihnen gehören viele Varietäten des in Sachsen, Böhmen und Schlesien so verbreiteten Quadersandsteins, welcher, in allen Abstufungen des Kornes, oft nur aus dicht an einander gepressten oder unmittelbar mit einander verkitteten, farblosen oder hellfarbigen, durchscheinenden Quarzkörnern besteht, die nicht selten ein so krystallinisches Ansehen gewinnen, dass das Gestein im Sonnenlichte funkelt. Ja, bei Grüllenburg im Tharander Walde, bei Paulshain und Ruppendorf kommen Schichten vor, welche aus recht vollständig ausgebildeten, bis erbsengrossen Quarzkrystallen bestehen; zum Beweise, dass manche dieser Sandsteine als wirkliche krystallinische Gebilde aus einer Kieselsolution entstanden sind. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. V, S. 365 f. Hierher möchten wohl auch die Quarzite zu rechnen sein, welche nach H. Karsten im Gebirge von Cumana zugleich mit Thonschiefer an der Bildung der Kreideformation Theil nehmen.

c. Kieselige Sandsteine. Unmittelbar an diese krystallinischen Sandsteine schliessen sich diejenigen Sandsteine mit kieseligem Bindemittel an. Dergleichen kieselige Sandsteine zeigen bei grosser Feinkörnigkeit eine hornsteinähnliche oder quarzitartige Beschaffenheit, während sie bei gröberem Korne in sehr feste Kieselbreccien oder Kieselconglomerate übergehen. Sie erscheinen theils in stetigen und regelmässigen Schichten, theils nur in ungestalteten, blockähnlichen oder plattenförmigen Concretionen innerhalb loser Sandschichten; diese Concretionen haben oft eine knorrige und löcherige, gleichsam ausgenagte, und dabei glatte, fast wie glasirte Oberfläche.

Solche kieselige Sandsteine sind es, welche z. B. am Nordrande des Harzes in mächtigen und steil aufgerichteten Schichten die Gegensteine bei Ballenstädt, die Teufelsmauer bei Warnstedt und Weddersleben bilden; auch bei Wehrau in der Lausitz kommen ähnliche Schichten vor, und bei Graupen in Böhmen ragen an einem Punkte fast senkrechte Hornsteinschichten mit *Exogyra columba* auf. Für die Concretionen solcher Sandsteine sind oben, bei Betrachtung der Sandlager, Beispiele aufgeführt worden. Die Wetzsteine, welche bei Blackdown in Devonshire gewonnen werden, stammen von ähnlichen Concretionen innerhalb des dortigen Sandes ab. — Andere Sandsteine werden nur nach allen Richtungen von Hornsteintrümern durchschwärmt, welche ein körperliches Netz bilden, dessen Maschen mit weicherem Sandstein ausgefüllt sind; hat die Verwitterung diese weicheren Massen ausgenagt, so treten die Hornsteintrümer weit hervor, und verleihen den Felswänden ein zelliges und cavernoses Ansehen; (Heidelberg und Regenstein bei Blankenburg). Eine ähnliche Erscheinung kommt auch häufig bei anderen Sandsteinen vor, in welchen härtere und weichere Partieen dergestalt verbun-

den sind, dass die ersteren innerhalb der letzteren eine Art von körperlichem Netze bilden, ohne sich jedoch im frischen Bruche bemerkbar zu machen; (Quadersandstein der sächsischen Schweiz).

d. Thonige Sandsteine. Sie haben ein thoniges Bindemittel, sind gewöhnlich sehr feinkörnig, haben meist hellgelbe, hellgraue oder weisse Farben, enthalten oft feine Glimmerschuppen, auch nicht selten sparsame Glaukonitkörner, und pflegen dünnschichtig zu sein, weshalb auch manche Varietäten derselben unter dem Namen Plänersandstein aufgeführt worden sind; andere haben fast ein thonsteinähnliches Ansehen, wie z. B. der weisse Sandstein von Charkow in Russland.

e. Kalkige Sandsteine. Viele Sandsteine der Kreideformation sind durch kohlensauren Kalk gebunden, und erscheinen daher als kalkige Sandsteine. Gewöhnlich ist ihr Bindemittel dicht und mergelartig; dann pflegen es sehr feinkörnige, weiche, hellfarbige, oft glaukonitreiche, bisweilen auch mit etwas Glimmer gemengte Sandsteine zu sein, welche bald dick- bald dünnschichtig sind, und im letzteren Falle auch oft Plänersandstein genannt werden. Sie kommen häufig als Uebergangsglieder aus dem Sandsteine in den Kreidemergel oder Pläner vor, und sind fast in allen Territorien der Kreideformation bekannt. Auch der durch seine Versteinerungen berühmt gewordene graue Mergelsandstein von Kieslingswalde in Schlesien gehört wohl hierher.

Seltener ist das Bindemittel krystallinischer Kalkspath; dann enthalten diese Sandsteine oft recht grosse Quarzkörner und Glaukonitkörner, welche durch den Kalkspath zu einem festen, schwer zersprengbaren Gesteine verbunden sind, dessen Bruchflächen durch die weit fortsetzenden Spaltungsflächen des Kalkspathes ein schillerndes Ansehen erhalten. Solche Kalkspath-Sandsteine kommen in Sachsen hier und da an der Gränze des Quadersandsteins und Pläners vor; doch bilden sie immer nur einzelne, schmale Schichten; man kennt sie auch bei Folkstone in England und bei Ville-en-Bray unweit Beauvais in Frankreich.

f. Glaukonitische Sandsteine oder Grünsandsteine. Obgleich viele Sandsteine der Kreideformation mit sparsam eingestreuten Glaukonitkörnern versehen und daher glaukonithaltig sind, so lassen sich doch nur solche Varietäten als Grünsandsteine bezeichnen, in welchen der Glaukonitgehalt so gross ist, dass er eine grüne Färbung des Gesteins bedingt. Es sind aber besonders die kalkigen und thonigen Sandsteine, welche oftmals durch reichliche Beimengung von Glaukonit grünlichgrau, berggrün, seladongrün oder lauchgrün erscheinen.

Solche wirkliche Grünsandsteine kommen fast in allen Abtheilungen der Kreideformation, ganz vorzüglich aber in der Turonbildung vor; nimmt der Glaukonit noch mehr überhand, so gehen sie zuletzt in die eigentlichen Glaukonitgesteine (§. 425) über. In Sachsen sind sie vielorts auf dem linken Elbufer bekannt; eben so kennt man sie in Böhmen, Schlesien und in anderen Gegenden Teutschlands. Besonders ausgezeichnet erscheinen sie in der Kreideformation Westphalens, bei Soest, Werl und Unna, wo mitten in der sehr mächtigen Plänerbildung mehre Etagen eines kalkigen Gründsandsteins auftreten, der vielfältig als Baustein gebrochen wird, und so auffallend grün gefärbt ist, dass die Kirchen und andere aus ihm aufgeführte Gebäude ein eigenthümliches Ansehen erhalten. In Frankreich und England gehören

dergleichen grüne Sande und Sandsteine zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen, weshalb denn auch dort die unteren Etagen der Kreideformation anfangs unter dem Namen *greensand* oder *grès vert* aufgeführt wurden.

g. Eisenschüssige Sandsteine. Sehr viele Sandsteine der Kreideformation haben Eisenoxydhydrat zn ihrem Cämente oder Pigmente, und erscheinen daher gelb oder braun, ja bisweilen fast schwarz gefärbt. Diese eisenschüssigen Sandsteine sind theils hart und fest, theils weich und mürbe, je nachdem das Bindemittel ausserdem noch kieselig oder thonig ist. So ist z. B. in Oxfordshire, Cambridgeshire und Buckinghamshire der untere Sandstein der Kreideformation nach oben sehr eisenschüssig, und eben so erscheint im Teutoburger Walde der Neocomsandstein vorwaltend als ein dunkelgelbes oder braunes Gestein. Auch bei le Mans und Sergé (Sarthe) sind dunkelbraune und fast schwarze Sandsteine viel gebrochen worden, welche der Kreideformation angehören.

Gleichwie aber die kieseligen Sandsteine oft nur Concretionen innerhalb anderer Sandsteine oder innerhalb des losen Sandes bilden, so ist diess auch häufig der Fall mit den eisenschüssigen Varietäten; dann ist das Eisenoxydhydrat mitunter so reichlich vorhanden, dass das Gestein in unreines, sandiges Brauneisenerz übergeht. Bisweilen sind es nur runde, braune Flecke, welche dem übrigens hellfarbigen Sandsteine ein gesprenkeltes oder getigertes Ansehen verleihen, (sogenannter Tigersandstein); gewöhnlich aber sind es krummflächige, regellos gewundene, verzweigte und anastomosirende Platten, Cylinder, Sphäroide, überhaupt mancherlei seltsam gestaltete Formen, in denen sich das Eisenoxydhydrat condensirt hat. — In Surrey und Norfolk kommen dergleichen Concretionen sehr häufig in der oberen Abtheilung des unteren sogenannten Grünsandes vor. Die Concretionen am Stimmberge in Westphalen wurden schon oben erwähnt; an den Borkenbergen östlich von Haltern bildet der Eisensandstein bald Tafeln von mehren Quadratfuss Oberfläche bei nur 1 bis 3 Zoll Dicke, bald lange Röhren, die gerade oder gebogen sind, bald unregelmässige eckige Massen; Becks, in Karstens Archiv, Bd. 8, 1835, S. 376. Der gelbe Sand und Sandstein, welcher in New-Jersey den dortigen Glaukonitsand bedeckt, ist nach H. Rogers in den Nevesinks-hills so reich an Eisenoxydhydrat, dass er als Eisenerz gelten kann; dieser sandige Eisenstein bildet oft Platten und Röhren, fast so gross wie Kanonenläufe, die alle horizontal liegen; überhaupt aber ist der ganze Sand an der Mündung des Nevesink-river erfüllt mit hohlen Concretionen, die wie Bomben, Flaschen u. s. w. gestaltet sind, aus Brauneisenerz bestehen, aber nur weissen Sand enthalten. *Report of the geol. survey of the state of New-Jersey*, 1836, *p.* 49 und 51.

Verschieden von den bisher betrachteten psammitischen Gesteinen sind die grauen und ganz grauwackenähnlichen Sandsteine, welche in der Kreideformation der Pyrenäen eine sehr wichtige Rolle spielen, und anfangs auch wirklich für Grauwacken, d. h. für psammitische Gesteine der Uebergangsformation gehalten worden sind.

Roth gefärbte Sandsteine und Sande sind zwar selten in der Kreideformation, dennoch aber nicht gänzlich aus ihrem Bereiche aus-

geschlossen; dasselbe gilt von den bunt gefärbten psammitischen Gesteinen.

Am Gipfel des Liliensteins in Sachsen finden sich einzelne, schmale, ziegelrothe und röthlichbraune Sandsteinlagen; mächtigere Bänke von licht röthlichen Sandsteinen sind aber in mehren Steinbrüchen der Sächsischen Schweiz bekannt. Bei Neuenheerse am Teutoburger Walde liegt über dem (dort weissen) Neocomsandsteine und unter dem Pläner ein braunrother, stark eisenschüssiger Sandstein voll sonderbar gestalteter Hornsteinknollen, welcher nach F. Römer dem Galt zu entsprechen scheint. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 731. Derselbe Sandstein steht auch im Thale oberhalb Herbram unter der Plänerbildung auf bedeutende Distanz an, ehe man den gelben Sandstein erreicht. Alcide d'Orbigny macht auf das Vorkommen von rothen quarzigen Sandsteinen bei Uchaux (Vaucluse) und bei Trigance, unweit Draguignan (Var) aufmerksam. In der Perche, einem Landstriche zwischen der Sarthe und Loire, erscheint innerhalb der daselbst herrschenden Sandmassen der sog. *roussard*, ein röthlichbrauner Sandstein oder ein gleichfarbiges Conglomerat. Der Sand und Sandstein des sogenannten Shanklinsandes in Sussex ist nach Mantell stellenweise roth, wie bei Dichling, ja bei Hurstperpoint sogar dunkelroth. Bunte und rothe Sande sind im Dép. der oberen Marne, so wie im pays de Bray und in anderen Gegenden des nördlichen Frankreich eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung. Bei Alt-Moletein in Mähren sind die untersten Schichten des Quadersandsteins nach Glocker verschiedentlich roth, gelb, braun, überhaupt so bunt gefärbt, wie es ihm ausserdem nirgends von Sandsteinen bekannt ist. In der Kreideformation von Cumana spielt nach H. Karsten ein braunrother Sandstein als jüngstes Glied eine sehr wichtige Rolle.

An die Kieselsandsteine schliessen sich die rothen und braunen Jaspisschichten an, welche nach Virlet in der Kreideformation von Morea vorkommen, und bisweilen ganze Hügel bilden; so wie die Kieselschiefer, welche nach H. Karsten im nördlichen Venezuela als sehr verbreitete Gesteine der dortigen Kreideformation auftreten.

Endlich ist auch noch Tripel, oder doch wenigstens ein tripelähnliches Gestein, in manchen Territorien der Kreideformation bekannt; im nordöstlichen Frankreich aber gewinnt ein eigenthümliches kieseliges Gestein grosse Verbreitung, welches unter dem Namen *Gaize* aufgeführt wird, während in Russland, in den Gouvernements Kursk und Woronesch, eine merkwürdige Sandstein-Varietät vorkommt, welche wegen ihres reichlichen Gehaltes an Kalkphosphat Apatitsandstein genannt worden ist.

Tripel ist nach v. Voith in der Gegend von Amberg in Baiern sehr verbreitet, wo er an der Basis der Kreideformation auftritt; bei Isium in den Donetzgegenden bildet er untergeordnete Schichten im Grünsande.

Die Gaize ist in den Départements der Ardennen, der Maas und der Marne bekannt; ein schmutzig weisses, weiches, thonigsandiges, glaukonit-

haltiges Gestein, in welchem sehr harte und dichte Kieselconcretionen vorkommen, die ganz allmälig in die umgebende Masse verfliessen. Dieses Gestein ist merkwürdig, weil es sehr viel Kieselerdehydrat enthält; eine Analyse ergab 56 p. C. dieses Hydrates, 17 p. C. Quarzsand, 12 Glaukonit, 7 Thon und 8 p. C. Wasser. Bei Sainte-Menehould im Dép. der Marne erlangt das Gestein eine Mächtigkeit von mehr als 300 Fuss, eben so bei Bouconville (Ardennen); seiner Stellung nach entspricht es dem oberen Grünsand oder Pläner anderer Gegenden.

Der von Claus beschriebene Apatitsandstein, welcher in der Gegend von Kursk als Baustein und Pflasterstein benutzt wird, bildet Schichten von einigen Zoll bis anderthalb Fuss Dicke mit nierförmiger Oberfläche, ist grau bis braun, im Bruche sandigkörnig, und ziemlich hart. Er besteht zur Hälfte aus Quarzsand und zur Hälfte aus, in Salzsäure auflöslichen Theilen, darunter fast 30 p. C. Kalkphosphat, 8 p. C. Kalkcarbonat, 5 p. C. Fluorcalcium. Ein ähnlicher, von Chodnew untersuchter Sandstein aus dem Gouvernement Woronesch enthielt 41 p. C. Sand, 24 p. C. Kalkcarbonat und 31 p. C. Kalkphosphat. Zu diesem Sandsteine, sagte Keyserling, mögen Knochen das Material geliefert haben, und dennoch breitet er sich über einen Raum von 800 Werst aus. Es erinnert diess an das nicht seltene Vorkommen von Kalkphosphat-Concretionen im oberen Grünsande Englands und in anderen Schichten der Kreideformation, auf welches wir weiter unten zu sprechen kommen werden.

Von accessorischen Bestandtheilen sind, ausser den Concretionen von Hornstein, Brauneisenerz und Kalkphosphat, und den bisweilen vorkommenden Brocken von Steinkohle oder Braunkohle, noch besonders Eisenkies, Bohnerz und Bernstein zu erwähnen.

Eisenkiesknollen kommen zuweilen in den psammitischen Gesteinen der Kreideformation vor, sind aber gewöhnlich in Brauneisenerz umgewandelt. Nach Reuss enthält der Quadersandstein des Königgrätzer Kreises in Böhmen bei Hradischka viele Knollen von Eisenkies, und nach Glocker ist der Sandstein bei Alt-Moletein in Mähren ganz erfüllt mit Kugeln von Markasit (Wasserkies), welcher sehr schnell vitriolescirt, wobei sich die Kugeln mit einer Rinde von Rotheisenoxyd bedecken. Bohnerz kommt hier und da eingestreut in den Sandsteinen vor. Bernstein, zugleich mit Lignitbrocken, ist nach Boué im Quadersandstein von Obora in Mähren, nach Cuvier im Grünsand bei Dives, nach Morton im Grünsand von Nordamerika vorgekommen. Thongallen sind selten in den Sandsteinen der Kreideformation; doch fand Cotta bei Opitz unweit Tharand runde Höhlungen im Quadersandstein, die unten mit Sand und oben mit Thon ausgefüllt waren.

3. Thone, Schieferthone und verwandte Gesteine. Obwohl die Thone und Schieferthone im Vergleich zu den Sandsteinen und Kalksteinen gewöhnlich eine mehr untergeordnete Stellung behaupten, so gewinnen doch manche ihrer Ablagerungen eine grössere Bedeutung. Gewöhnlich erscheinen sie im Gebiete der Sande und Sandsteine, denen sie eingelagert oder auch unmittelbar aufgelagert zu sein pflegen, wie

denn auch die Schichten der Sandstein-Etagen oftmals durch schwache thonige Zwischenlagen von einander abgesondert werden. Wie wenig aber die Sandsteine auf bestimmte Etagen der Kreideformation beschränkt sind, so wenig ist diess auch mit den thonigen Gesteinen der Fall, welche in der Neocombildung und im Galt, in der Turon- und selbst in der Senonbildung auftreten, obgleich das Letztere zu den seltneren Fällen zu gehören scheint.

Die Thone der Kreideformation sind oft glaukonitisch, meist dunkelgrau, selten bunt, und umschliessen häufig Nieren von Eisenkies, Kalkphosphat oder Thoneisenstein, besonders aber organische Ueberreste, welche meist vortrefflich erhalten zu sein pflegen. Die sehr feinen fetten Thone werden zuweilen als Walkerde, die meisten Sorten als Töpferthon und Ziegelthon benutzt. Die Schieferthone sind ebenfalls grau, und nicht selten mit Pflanzenabdrücken versehen. An sie schliessen sich die Thonschiefer an, welche in der Krimm und am Kaukasus, in Südamerika und auf dem Feuerlande als sehr bedeutsame Glieder der Kreideformation erkannt worden sind.

Eine der wichtigsten und am frühesten bekannt gewordenen Thonablagerungen der Kreideformation ist diejenige, welche in England den Galt constituirt, und daselbst zwischen dem unteren und dem oberen Grünsande auftritt. Sie besteht aus grauem bis schwärzlichblauem Thone, der einen sehr guten Ackerboden liefert, selten über 100 Fuss mächtig wird, aber durch seine eigenthümlichen und trefflich erhaltenen Fossilien ein grosses Interesse gewinnt. Diess ist besonders der Fall an der Südküste des Landes bei Folkstone, wo er 130 Fuss mächtig ansteht, nach oben sehr glaukonitisch, nach unten aber reich an herrlichen Petrefacten und an kugeligen, cylindrischen und knolligen Concretionen von Eisenkies ist, welche an der gegenüberliegenden französischen Küste bei Wissant ein Vitriolwerk unterhalten. Auch kommen dunkelbraune Knollen vor, deren Formen an Koprolithen erinnern, und welche vorwaltend aus phosphorsaurem Kalke bestehen. Dieselben Knollen kennt man im Galt von Norfolk und anderer Grafschaften. In Wiltshire kommt ausser dem blauen Thone auch gelber Thon vor, welche jedoch beide, ausser verkiestem Holze, keine organischen Ueberreste enthalten. In Cambridgeshire ist der Galt 140 Fuss mächtig, und dort, wie in vielen anderen Gegenden, eine in hydroökonomischer Hinsicht, für Wasserversorgung und Erbohrung artesischer Brunnen sehr wichtige Ablagerung.

Anmerkung. Das Vorkommen der vorerwähnten Knollen von Kalkphosphat in den mittlern Etagen der Kreideformation ist schon lange durch Brongniart, Buckland, De-la-Beche, Mantell und Fitton nachgewiesen worden, und dürfte einige Wichtigkeit für agronomische Zwecke erlangen. Nach Austen finden sie sich bei Guildford und Farnham sowohl im Galte als auch im obern Grünsande, immer lagenweise geordnet, und stets in Begleitung von viel Glaukonit. Man hat sie für Koprolithen gehalten; auch haben sie die äussere Form derselben, jedoch eine concentrische Structur. Ihr Gehalt an

Phosphorsäure, der nach Nesbit 28 p.C. beträgt, ist wohl jedenfalls organischen Ursprungs. *Quarterly Journ. of the geol. soc. IV, p.* 257.

In Yorkshire liegt an der Basis der Kreideformation der sogenannte Speeton-clay, ein dunkelfarbiger schieferiger Thon mit vielen Thoneisenstein-Nieren, welcher bei Speeton 180 Fuss mächtig ist, und vorzugsweise solche Fossilien enthält, die auch im Galt vorkommen, weshalb er wohl in der Hauptsache mit diesem übereinstimmt; da aber auch einige neocome Fossilien vorhanden sind, so vermuthet d'Archiac, dass dieser Speeton-Thon die beiden unteren Bildungen der Kreideformation in sich vereinigt. — Bei Vassy (Haute-Marne) erreichen die mergeligen Thone des Galt nach Cornuel die ausserordentliche Mächtigkeit von 400 Fuss.

Auch die Neocombildung hat ihre Thone, wie der zuerst von A. Römer beschriebene Hilsthon lehrt, welcher in der sogenannten Hilsmulde bei Alfeld, auch bei Hildesheim und am nördlichen Fusse des Deister vorhanden ist, wo er eine 60 Fuss mächtige Ablagerung bildet, welche Nieren von braunem Kalkstein, Knollen von Eisenkies und kleine Gypskrystalle umschliesst. In der Gegend von Braunschweig ist es nach v. Strombeck eine mehre hundert Fuss mächtige Ablagerung eines blaulichgrauen, zum Theil schiefrigen Thones, welche die Neocombildung repräsentirt. In England sind die bekannten Walkthonlager von Nutfield in Surrey und von Woburn in Bedfordshire, von denen das erstere 16, das andere 12 Fuss mächtig ist, dem unteren oder neocomen Sandsteine eingelagert; jenes von Nutfield hält viele Nieren von Baryt. Bei Troyes im Dép. de l'Aube besteht nach Leymerie die obere Etage der Neocombildung theils aus dunkelblauem, theils aus weissem und buntem Thone; eben so erlangen die rothen, bunten und grauen Thone der Neocombildung im pays de Bray eine grosse technische Wichtigkeit.

In Belgien liegt über der Tourtia und unter der Kreide eine an 60 Fuss mächtige Ablagerung von grauem sehr zähem Thon (Dief genannt), welcher nach unten etwas kalkig und roth wird. Ueberhaupt sind auch in der Turonbildung Lager von Thon und Schieferthon keine seltene Erscheinung; man kennt dergleichen z. B. in Sachsen bei Niederschöna unweit Freiberg, wo das Schieferthonlager viele Pflanzenabdrücke geliefert hat, bei Mobschatz und Leiteritz unweit Dresden, bei Zuschendorf und Gross-Cotta unweit Pirna, bei Naundorf zwischen Pirna und Königstein, wo sie fast alle im untern Quadersandstein liegen; auch wird dieser Sandstein an vielen Orten durch ein 5 bis 6 Fuss mächtiges Thonlager vom Pläner abgesondert. Aehnliche Einlagerungen kommen in Böhmen und Schlesien vor; die bekannten Töpfereien von Bunzlau beruhen auf der Existenz weisser Thonlager im Quadersandstein. Den turonischen Sandsteinen untergeordnete Lager von Walkthon sind z. B. diejenigen von Moresnet bei Aachen und Verviers in Belgien. Im Dép. de l'Aisne erlangt nach d'Archiac eine, zwischen dem oberen Grünsande und der Kreide liegende, mächtige blaue Thonschicht in hydroökonomischer Hinsicht eine grosse Wichtigkeit.

Was die Thonschiefer betrifft, so existirt nach Dubois de Montpereux an beiden Abfällen des Kaukasus eine, mehre tausend Fuss mächtige Schieferbildung, welche zwar sehr arm an organischen Ueberresten ist, dennoch aber charakteristische Fossilien der Kreideformation enthält. Nach H. Karsten treten in Venezuela dunkle Thonschiefer zugleich mit Kieselschiefern

als wesentliche Glieder der Kreideformation auf, und nach Darwin wird dieselbe Formation auf dem Feuerlande durch eine mächtige Thonschieferbildung repräsentirt, welche zwar den ältesten Schiefern sehr ähnlich ist, deren Fossilien aber nach den Untersuchungen von Grange, d'Orbigny und Forbes keinen Zweifel darüber lassen, dass sie der cretacischen Periode angehört.

§. 424. *Mergel, Kalksteine und Kreide.*

Nächst den sandigen und thonigen Gesteinen sind es mancherlei kalkige Gesteine, welche an der Zusammensetzung der Kreideformation einen wesentlichen Antheil nehmen, und in manchen ihrer Territorien als die hauptsächlichen, ja als die alleinigen Bestandtheile derselben auftreten. Diese kalkigen Gesteine lassen sich besonders als Mergel, als Kalksteine und als Kreide in der eigentlichen Bedeutung des Wortes unterscheiden.

1. Mergel und mergelige Kalksteine. Sie gehören zu den sehr gewöhnlichen Gesteinen der Kreideformation, und bilden die petrographischen Mittelglieder zwischen den Sandsteinen als dem einen, und der Kreide als dem anderen Extreme, so dass sich durch sie ganz allmälige Uebergänge aus dem einen dieser Extreme in das andere verfolgen lassen. Diejenigen Gesteine, welche von den Engländern *chalk-marl*, von den Franzosen *craie tuffeau* oder *craie chloritée*, von den Teutschen Kreidemergel, Pläner oder Flammenmergel genannt worden sind, gehören grösstentheils in das Gebiet dieser mergeligen Gesteine.

Sie sind meist licht blaulichgrau bis aschgrau, selten graulich- oder gelblichweiss im frischen Bruche, obwohl sie an der Oberfläche oft gelblichweiss bis gelblichgrau erscheinen, haben flachmuscheligen und feinerdigen Bruch, geringe Härte sofern sie nicht sehr kieselreich sind, enthalten oft Glaukonitkörner, bisweilen auch feine Glimmerschuppen, sind bald dünnschichtig bald dickschichtig, und zerwittern nicht selten zu platten, linsenförmigen Scherben, wie sich denn auch die mächtigeren Schichten durch Frost und Verwitterung allmälig zu dünnen Platten absondern. Da sie Gemenge von kohlensaurem Kalk, Thon und Sand sind, so lässt sich auch keine bestimmte Zusammensetzung erwarten, indem diese drei Bestandtheile in sehr schwankenden Verhältnissen vorkommen. Unter den accessorischen Bestandmassen sind besonders Concretionen von reinem oder glaukonitischem Kalkstein, Knollen von Eisenkies, Nieren und Lagen von Hornstein, kleine Knollen von Kalkphosphat (wie mehrorts in England, Frankreich und Russland) und Brocken von Pechkohle hervorzuheben. Die meisten dieser Mergel sind mehr oder weniger reich an organischen Ueberresten, welche ziemlich gut erhalten zu

sein pflegen; doch giebt es auch mächtige Ablagerungen, welche äusserst arm daran sind, wie z. B. der Flammenmergel. Zu den wichtigsten Varietäten dieser Gesteine gehören der Kreidemergel, der Pläner, der Flammenmergel und der Glimmermergel, welche alle wiederum als glaukonitfreie, glaukonitarme und glaukonitreiche (z. Th. grüne) Gesteine erscheinen, je nachdem sie gar keinen, oder sehr wenig, oder auch viel Glaukonit enthalten.

a. Kreidemergel. Obgleich mitunter sehr verschiedene dieser mergeligen Gesteine, als Glieder der Kreideformation, unter dem Namen Kreidemergel aufgeführt werden, so sind doch als Kreidemergel in der engeren Bedeutung nur solche Varietäten zu bezeichnen, welche in ihrer Farbe, Consistenz und Härte eine schon mehr kreideähnliche Beschaffenheit verrathen; dergleichen weisse oder hellgraue, feinerdige und weiche, oft recht glaukonitreiche Mergel (daher *craie chloritée*) sind ziemlich verbreitet in England und Frankreich, wo sie zwischen dem oberen Grünsande und der eigentlichen Kreide aufzutreten pflegen; weshalb denn auch manche von denjenigen Gesteinen hierher gehören, welche unter den Kategorieen des *upper greensand* und des *lower chalk* begriffen werden. Auch im nördlichen Westphalen sind dergleichen ächte, und sogar ihrer bathrologischen Stellung nach der Kreide aequivalente (daher senonische) Kreidemergel sehr verbreitet; so in der Gegend von Recklinghausen, Coesfeld, Ahaus, Südlohn, und eben so bei Haldem und Lemförde, östlich vom Teutoburger Walde.

b. Pläner. Nach Maassgabe seiner verschiedenen Beschaffenheit erscheint er als Plänermergel, als Plänerkalkstein oder als kalkiger Plänersandstein, entspricht aber doch im Allgemeinen der obigen Beschreibung. Nicht selten zeigt er eine transversale, die Schichten fast rechtwinkelig durchschneidende Zerklüftung, welche sich zuweilen in kleinen Intervallen so regelmässig wiederholt, dass ganze Schichtencomplexe in ein System von parallelen und fast verticalen Platten abgesondert erscheinen; was leicht zu Irrthümern in Betreff der Schichtenstellung verleiten kann. In den turonischen Kreideterritorien Sachsens, Böhmens, Schlesiens, der subhercynischen Gegenden und Westphalens spielt dieser Pläner eine äusserst wichtige Rolle; doch kommen auch ähnliche Gesteine schon in der Neocombildung mancher Länder vor.

Aus den Analysen von Römer, Geinitz, List und Stöckhardt ergiebt sich, dass der Gehalt an kohlensaurem Kalke in verschiedenen Varietäten von 44 bis 86 Procent schwankt, während ausserdem besonders noch Kieselerde und Thon vorhanden sind, welcher letztere in den Plänerkalksteinen fast allein auftritt, wogegen in den Plänermergeln die erstere sehr vorwaltet. Die kieselreichen Varietäten sind auffallend härter, als diejenigen, welche nur Thon enthalten; auch scheint die Kieselerde mit dem kohlensaurem Kalke oft sehr innig verbunden zu sein, als ob sie ihn in einem gallertartigen Zustande durchdrungen hätte. Geinitz, das Quadersandsteingebirge in Deutschland, S. 46 f.

c. Flammenmergel. Mit diesem Namen bezeichnete Hausmann ein in der Kreideformation des nordwestlichen Teutschland sehr verbreitetes, dem

Pläner nahe verwandtes Gestein, welches aber unter dem eigentlichen Pläner gelagert ist, in den es nach oben allmälig übergeht; es scheint das Aequivalent des unteren Quadersandsteines anderer Gegenden zu sein. Es ist ein blaulich- oder gelblichgrauer, von dunkleren, wellenförmig gebogenen Streifen oder Flammen durchzogener, im Bruche groberdiger, dünnschichtiger und selbst schieferiger, nicht selten mit Hornstein-Concretionen versehener Mergel, in welchem der Quarzsand und Thon gegen den Kalk sehr vorzuwalten scheinen. Dieses Gestein erreicht im nordwestlichen Teutschland bisweilen die bedeutende Mächtigkeit von 400 bis 700 Fuss, und bildet daselbst ein sehr wesentliches aber fossilarmes Glied der Kreideformation. In England soll der sogenannte *firestone* ein ganz ähnliches Gestein darstellen.

d. Glimmermergel. Im Bassin der Loire sind graulichweisse bis hellgraue, sandige und glimmerreiche, oft auch glaukonitische, im Bruche erdige, weiche Kreidemergel sehr verbreitet, welche von Dujardin wegen ihres constanten Glimmergehaltes mit dem Namen *craie micacée* belegt wurden. Dieser glimmerreiche Kreidemergel enthält oft cylindrische, verzweigte Wülste, bisweilen auch Concretionen von Hornstein oder Flint, erlangt stellenweise eine bedeutende Mächtigkeit (bei Mirebeau und Loudun gegen 240 F.) und liefert nach d'Archiac einen trefflichen Horizont im Gebiete der Loire; seiner Stellung nach entspricht er dem Pläner Teutschlands.

Gleichwie rothe Sandsteine in der Kreideformation zu den seltenen Erscheinungen gehören, so gilt diess auch von roth gefärbten Mergeln. Man kennt dergleichen in dem Zuge der englischen Kreideformation, von Speeton in Yorkshire durch Lincolnshire bis nach Hunstanton und West-Newton in Norfolk, wo sie, nur einige Fuss mächtig, im Niveau des Galt liegen. Nach Sharpe kommen auch in der unteren (turonischen) Abtheilung der Kreideformation Portugals, zugleich mit rothen Sandsteinen, rothe Mergel nicht selten vor.

2. Kalksteine. Die Kalksteine der Kreideformation, von welchen wir die eigentliche Kreide getrennt halten, schliessen sich, eben so wie diese letztere, in vielen ihrer Varietäten an die Mergel an, während es andere sehr dichte Varietäten giebt, welche als ziemlich reine, kryptokrystallinische Kalksteine zu betrachten sind.

Diese dichten Kalksteine erscheinen gewöhnlich hellfarbig, zumal weiss, grau, gelb oder roth, bisweilen bunt, selten schwarz, sind bald dünnschichtig bald dickschichtig, enthalten mitunter Hornstein-Concretionen, und werden oftmals den dichten Kalksteinen der Juraformation so ähnlich, dass sie nur durch ihre Lagerung und ihre organischen Ueberreste als cretacische Kalksteine erkannt werden können. Während solche dichte Kalksteine in vielen Territorien der Kreideformation recht verbreitet sind, so gehören körnige und oolithische Kalksteine, Krinoiden- und Korallenkalksteine zu den selteneren Erscheinungen. An die oolithischen Kalksteine schliesst sich der sogenannte Pisolithen-

kalk der Umgegend von Paris an. Die nach ihren eigenthümlichen Fossilien benannten Rudisten- oder Hippuritenkalksteine endlich sind für die Kreideformation ganz besonders charakteristisch.

a. Dichte Kalksteine. Sie variiren hauptsächlich in ihrer Farbe, Structur und Schichtung. Weisse oder doch hellfarbige Varietäten sind in den Alpen, in Italien, überhaupt in Südeuropa nicht selten; dahin gehört z. B. der senonische Kalkstein bei Villard-de-Lans im Dép. der Isère, welcher in den Bergen der Chartreuse schon ein ganz kreideähnliches Ansehen gewinnt; ferner der Biancone (oder die Majolica) der Italiäner, ein weisser bis hellgrauer, zuweilen roth oder grün geaderter Kalkstein von muscheligem Bruche, welcher oft Nieren und Lagen von Flint umschliesst und, wie De Zigno gezeigt hat, die Neocombildung Nord-Italiens repräsentirt; eben so die hellgelben Kalksteine, welche im Kanton Neuchâtel die tiefsten, oder die gelblichgrauen, splitterigen und sehr festen Kalksteine, welche auf dem Plateau von Texas die oberen Schichten der ganzen Kreideformation bilden. Der bald hell- bald dunkelgraue, bisweilen auch rothe Sewerkalkstein ist es, welcher in den Schweizer Alpen, und weissliche oder röthliche, meist dünnschichtige, schülfrig zerwitternde (daher Scaglia genannte) Kalksteine sind es, welche in Italien das oberste (senonische) Glied der Kreideformation repräsentiren; auch gehören wohl manche von jenen weissen, dichten Kalksteinen hierher, welche ihrer Farbe wegen von den Italiänern *Alberese* genannt worden sind. — Dagegen ragen an der Montagne de Fizs in Savoyen schwarze, dichte, harte Kalksteine auf, dergleichen auch anderweit in den Alpen, in den Pyrenäen, in Algerien, in Venezuela und in den Anden als sehr gewöhnliche Gesteine der Kreideformation nachgewiesen worden sind.

b. Krystallinische oder deutlich körnige und späthige Kalksteine scheinen in der Kreideformation nicht häufig vorzukommen; zum Theil sind es Krinoidenkalksteine, wie z. B. der gelbliche, von Krinoidengliedern, Echinidenstacheln und Korallen strotzende Kalkstein, welcher nach Lory im Dép. der Isère die untere Etage des Galt constituirt. Besonders aber zeigen manche Rudisten-Kalksteine eine Neigung zu sehr krystallinischer Ausbildung, wie der Hippuritenkalkstein am Untersberge, und die gleichnamigen Kalksteine von Cognac, Royan, Augoulème und Périgueux in Südfrankreich, welche nach Dufrénoy zuweilen so körnig wie Urkalkstein sind. Auch erscheinen die cretacischen Kalksteine der Pyrenäen im Contacte des Granites als krystallinisch-körniger Marmor.

c. Oolithische Kalksteine sind in der Kreideformation eben so selten, als sie in der Juraformation häufig vorkommen. Man kennt dergleichen z. B. in der Neocombildung der Krimm, wo sie nach Huot nicht selten sein sollen; bei Saint-Andéol im südöstlichen Frankreich, wo sie nach Dufrénoy ganz wie Jurakalk erscheinen, und viel als Baustein gebrochen werden; bei Noseroy im Dép. des Doubs; H. Rogers erwähnt sie auch aus dem Staate New-Jersey in Nordamerika.

d. Pisolithenkalk. Einigermaassen verwandt mit den oolithischen Kalksteinen ist jener eigenthümliche Kalkstein im Gebiete der nordfranzösischen Kreideformation, welchen Charles d'Orbigny wegen seiner Structur *calcaire pisolithique* genannt hat, und über dessen eigentliche Stellung, ob er

nämlich noch cretacisch oder schon eocän sei, so viel gestritten worden ist. Es ist ein gelblicher oder weisser, aus rundlichen Concretionen bestehender, zelliger, bisweilen schon fast groboolithischer oder auch dichter, harter Kalkstein, welcher mitunter Feuerstein-Nieren enthält, und ziemlich reich an Steinkernen von Fossilien ist, die zum Theil an tertiäre Formen erinnern, während sich doch auch noch viele ächt senonische Formen vorfinden. Dieser Kalkstein, welcher über der weissen schreibenden Kreide liegt, ist zuerst von Elie de Beaumont bei Bougival und Port-Marly (Seine) nachgewiesen und sehr richtig mit dem ähnlichen und eben so gelagerten Kalksteine von Laversine bei Beauvais (Oise), so wie mit der Maestrichter gelben Tuffkreide verglichen worden. Später hat man dasselbe Gestein auch bei Montereau (unweit Fontaineblau), wo es in vielen Steinbrüchen aufgeschlossen und bis 30 Fuss mächtig ist, bei Vigny und Mont-Aimé, wo es eine Mächtigkeit von 80 Fuss erlangt, und an vielen anderen Orten erkannt.

Die grossentheils eigenthümlichen Fossilien und die nicht selten discordante Auflagerung veranlassten Charles d'Orbigny, diesen Pisolithenkalk für tertiär zu erklären, welche Ansicht zwar hier und da beifällig aufgenommen, aber neulich durch die genauen paläontologischen Untersuchungen von Alcide d'Orbigny und Hébert widerlegt wurde, welchen zufolge es wohl entschieden sein dürfte, dass der Pisolithenkalk im Bassin von Paris die oberste Etage der dortigen Kreideformation und das vollkommene Aequivalent der Tuffkreide von Maestricht und des Kalksteins von Faxöe auf Seeland ist.

e. Korallenkalksteine. Sie gehören gleichfalls zu den seltenen Erscheinungen im Gebiete der Kreideformation. Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert nach Forchhammer der so eben genannte Kalkstein von Faxöe, welcher dort 40 bis 100 Fuss mächtig über der weissen Kreide liegt, und als ein förmliches Korallenriff erscheint. Dubois de Montpereux erwähnt eine aus Korallen bestehende Schicht, welche 2 bis 20 Fuss mächtig überall als die oberste Schicht der Kreideformation in Ost-Galizien vorhanden ist. Karstens Archiv, Bd. 5, 1832, S. 405.

f. Rudistenkalksteine. So hat man diejenigen, zumal in Südfrankreich sehr verbreiteten Kalksteine genannt, welche dermaassen von Hippuriten, Caprotinen, Radioliten u. a. Fossilien aus der Familie der Rudisten (I, 877) erfüllt sind, dass sie gänzlich oder doch grösstentheils aus deren Schalen zu bestehen scheinen, und jedenfalls durch solche im hohen Grade ausgezeichnet werden. Wenn die Hippuriten sehr vorwalten, so nennt man sie Hippuritenkalksteine. Sie kommen besonders in der Turonbildung des südlichen Europa vor, und bilden eine ausschliesslich der Kreideformation angehörige Gesteinsgruppe.

3. Kreide. Dieses so höchst charakteristische Gestein, nach welchem die ganze Formation benannt ist, wird zwar durch die Kreidemergel mit den Kalksteinen in Verbindung gebracht, unterscheidet sich aber doch von den eigentlichen Kalksteinen dadurch, dass es nicht sowohl aus krystallinischen Kalkspath-Individuen, sondern vielmehr aus ganz feinen, erdigen Molekülen von kohlensaurem Kalke besteht, welche sich bei sehr starker Vergrösserung theils als runde gekörnte Lamellen, theils als mehr

oder weniger vollständige Ueberreste von Foraminiferen oder Polythalamien (I, 861) zu erkennen geben. Die Kreide ist daher ihrer hauptsächlichen Zusammensetzung nach als ein zoogenes Gestein zu betrachten (I, 726). Aber nicht nur die eigentliche Kreide, sondern auch die meisten Kreidemergel und manche andere cretacische Kalksteine sind mehr oder weniger mit Foraminiferen erfüllt, so dass diese Thierclasse für die Kreideformation überhaupt eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit erlangt.

Diese merkwürdigen Resultate über die Zusammensetzung der Kreide verdankt die Wissenschaft zunächst den unermüdlichen Forschungen Ehrenbergs, welchem sich Alcide d'Orbigny, Bailey, Reuss u. a. Beobachter mit rühmlichem Eifer angeschlossen haben. Schon seit dem Jahre 1826 hatten d'Orbigny, Nilsson, Pusch u. A. einzelne, grössere Foraminiferen in der Kreide Frankreichs, Schonens und der Bukowina nachgewiesen, und eben so hatte Lonsdale im Jahre 1837 gezeigt, dass die weisse Kreide Englands so reichlich mit kleinen Bryozoën und Foraminiferen erfüllt ist, dass sich in einem Pfunde wohl an tausend Individuen annehmen lassen. Allein, dass auch die Grundmasse des Gesteins grossentheils aus Ueberresten mikroskopischer Foraminiferen zusammengesetzt ist, dass in manchen Kreide-Varietäten auf den Cubikzoll Gestein wenigstens eine Million, und folglich auf ein Pfund weit über zehn Millionen derselben zu rechnen sind, diess ist eine Entdeckung, über welche Ehrenberg zuerst im Jahre 1839 berichtete *).

Bei 300maliger Vergrösserung erkannte er nämlich, dass die Kreide nicht nur aus anorganischen gekörnten Scheiben und aus deren Fragmenten, sondern auch aus zahllosen Foraminiferenschalen besteht, welche erst dann sichtbar werden, wenn man das Gesteinspulver durch sogenannten Canadischen Balsam mehr durchsichtig macht. Ausser diesen Foraminiferen entdeckte er auch Kieselpanzer von Infusorien, welche sowohl in der Kreide, als auch (und noch viel häufiger) im Feuersteine vorkommen, von welchem auch die Foraminiferen keinesweges ausgeschlossen sind. Ehrenberg wurde schon damals auf mehre Resultate geführt, von denen wir die folgenden hervorheben:

1. Viele und wahrscheinlich alle europäische Kreide ist hauptsächlich das Product mikroskopischer Foraminiferen, deren Schalen $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie im Durchmesser haben, und zu denen sich auch mehr oder weniger Kieselpanzer von Infusorien gesellen;
2. die südeuropäische Kreide ist reicher an wohlerhaltenen Foraminiferen, und dagegen ärmer an elliptischen Scheiben als die nordeuropäische;

*) Poggend. Annalen, Bd. 47, S. 502.

3. Die nordeuropäische Kreide enthält viele Feuersteine, aber keine Schichten von Infusorienmergel, während die südeuropäische Kreide dergleichen Mergel, aber keine Feuersteine umschliesst;
4. Die gewöhnlichsten, in der Kreide von ganz Europa auftretenden Foraminiferen-Species sind: *Textularia globulosa*, *T. aciculata* und *Rotalia globulosa*.

Ueberhaupt aber betrug die Zahl der damals nachgewiesenen Formen 22 Species von Foraminiferen (in 7 Geschlechtern) und 40 Species von Infusorien (in 14 Geschlechtern). In dem bald darauf erschienenen Werke: Die Bildung der Europäischen, Libyschen und Arabischen Kreidefelsen und des Kreidemergels aus mikroskopischen Organismen (1839), gab Ehrenberg eine noch vollständigere, durch Beobachtungen über die Kreide Aegyptens und Arabiens erweiterte Darstellung seiner Forschungen und der daraus gezogenen Resultate, so wie eine tabellarische Uebersicht sämmtlicher, bis dahin in der Kreide und im Kreidemergel nachgewiesenen mikroskopischen Organismen, aus welcher sich ergiebt, dass unter den Foraminiferen *Planulina turgida*, *Rotalia globulosa*, *Textularia aspera*, *T. globulosa* und *T. striata* als die bei weitem vorwaltenden Formen zu betrachten sind, welche das Meiste zur Bildung der Kreide beigetragen haben. — Ein Jahr später erschien Alcide d'Orbigny's classische Abhandlung über die Foraminiferen der weissen Kreide des Pariser Bassins (*Mém. de la soc. géol. V*, 1840), wie denn überhaupt die Naturgeschichte dieser Thierclasse durch d'Orbigny in ein ganz neues Stadium eingeführt worden ist. Während man bis dahin in der weissen Kreide von Paris nur 3 Species kennen gelernt hatte, so wies d'Orbigny 54 Species nach. Auf der von ihm gebrochenen Bahn fortschreitend gab uns Reuss vortreffliche Arbeiten über die Foraminiferen Böhmens, Galiziens und anderer Theile der österreichischen Monarchie. Bailey aber zeigte, dass auch der Kreidemergel des oberen Mississippithales mit mikroskopischen Foraminiferen ganz erfüllt ist.

Die gelblich- oder graulichweisse, weiche, abfärbende und schreibende Kreide ist es, welche sich von den gewöhnlichen, krystallinischen Kalksteinen am meisten unterscheidet, und zugleich durch das häufige Vorkommen von Feuerstein auszeichnet. Doch giebt es auch härtere und dichtere Varietäten, welche sogar als Baustein benutzt worden sind; auch werden noch einige Gesteine unter dem Namen Kreide aufgeführt, welche sich an die eigentliche Kreide durch ihre erdige, krümelige und zerreibliche Beschaffenheit anschliessen; dahin gehören besonders die gelbe Kreide der Touraine, die sogenannte Tuffkreide von Maestricht, und die Korallenkreide oder der Liimsteen Dänemarks.

a. Weisse Schreibkreide. Die reinsten und weissesten Varietäten der Kreide pflegen diejenigen zu sein, in welchen sehr viel Flint oder Feuerstein vorkommt, welches Mineral überhaupt als eines der gewöhnlichsten Accessorien der Kreide zu betrachten ist. Diese feuersteinreiche Kreide liegt gewöhnlich nahe an der oberen Gränze der

Senonbildung, welche oftmals mit ihr zu Ende geht, wie denn überhaupt die eigentliche weisse Kreide bisher nur im Gebiete dieser obersten Abtheilung der ganzen Kreideformation nachgewiesen worden ist*). Nach unten pflegen die Feuersteine seltener zu werden, und endlich ganz zu verschwinden, weshalb man auch, namentlich in England, von unten nach oben flintleere, flintarme und flintreiche Kreide zu unterscheiden pflegt.

Der Feuerstein erscheint gewöhnlich in Knollen von verschiedener Form und Grösse, welche, ohne sich gegenseitig zu berühren, lagenweise und sehr regelmässig in verschiedenen Niveaus geordnet sind, wodurch zugleich die verschiedenen Schichten der Kreide bezeichnet werden, die nur selten durch wirkliche Schichtungsfugen von einander abgesondert sind. Nicht selten finden sich aber auch stetig fortsetzende Lagen und Schichten von Feuerstein; ja bisweilen sind sogar gangförmige Platten oder quer durch die Schichten hindurchsetzende Knollen-Reihen von Feuerstein beobachtet worden.

Ausser dem Feuerstein sind besonders noch Kalkspath und Eisenkies zu erwähnen; der erstere bildet theils Trümer oder Nester**), theils liefert er das Material von Versteinerungen, zumal von Echiniden-Schalen und Stacheln, so wie als Faserkalk von Inoceramus-Schalen; der Eisenkies erscheint in der Form von Kugeln und Knollen mit drusiger Oberfläche und radialstängeliger Textur; nicht selten sind diese Kiesmassen in Eisenoxydhydrat umgewandelt. Auch Cölestin ist hier und da in der Kreide vorgekommen.

Die Schichtung der weissen Kreide wird, wie bereits erwähnt, in der Regel durch Lagen von isolirten Feuersteinknollen ausgedrückt, welche in regelmässigen Abständen von 1 bis 10 Fuss und darüber wie grobe Perlenschnuren von schwarzen Steinen in dem weissen Grunde hervortreten. Gewöhnlich erscheinen diese Flintknollenlagen schnurgerade und fast horizontal; wo aber die Kreide Aufrichtungen und sonstige Dislocationen ihrer ursprünglichen Lagerung erlitten hat, da giebt sich diess auch in der Lage und Form der Flintknollenlagen auf eine höchst auffallende Weise zu erkennen.

Bekannt in dieser Hinsicht ist die Zone der Kreideformation, welche die Insel Wight von Osten nach Westen durchzieht, und in welcher die Schichten der weissen Kreide bis zu 60 und 90° aufgerichtet sind. Ganz ausserordentlich aber sind die Windungen und Verstürzungen der Kreideschichten auf der Insel Möen, von welchen früher Forchhammer und neuerdings Puggaard treffliche Schilderungen gegeben haben. Während am Stevensklint auf Seeland

*) Obgleich zuweilen auch tiefer sehr kreideähnliche Gesteine vorkommen, wie z. B. bei Orgon und Martigues, im Gebiete der Neocombildung des südöstlichen Frankreich, und in den Départements der Aube und Yonne, im Gebiete turonischer Etagen.

**) Bei Warminster haben sich sehr grosse Nester von Kalkspath gefunden.

Alles horizontal liegt, so sind am Möensklint die Schichten nach den verschiedensten Richtungen bisweilen auf die bizarreste Weise gebogen, und dermaassen unter allen möglichen Winkeln gegen einander geneigt, dass das ganze Schichtensystem wie zerbrochen und in colossalen Fragmenten durch einander geworfen erscheint, welche oft durch dazwischen eingeklemmte Massen von Thon, Sand und Geröll getrennt werden. Vergl. Forchhammer, *Danmarks Geognostiske Forhold*, 1835, S. 67 ff.

Verticale oder doch steile Risse, Klüfte und Spalten durchsetzen die weisse Kreide nicht selten in grosser Ausdehnung, und zerschneiden ihre Massen zu pfeilerförmigen und thurmförmigen Gestalten. Auch Erdfälle und geologische Orgeln (I, 384 und 387) sind mehrorts in der weissen Kreide bekannt.

Die weisse Kreide ist bald reich bald arm an organischen Ueberresten, und stellt überhaupt ein höchst einförmiges Gestein dar, welches aber da, wo es in grosser Mächtigkeit entblöst oder von der Brandung des Meeres unterwühlt und benagt wurde, in schroffen Felswänden und oft seltsam gestalteten Klippen aufragt.

So steht die weisse Kreide auf Rügen bei Stubbenkammer in 400 Fuss hohen Felswänden an; so steigt sie auf der Insel Möen und am Stevensklint auf Seeland in schroffen Felsen über den Meeresspiegel empor; so findet sie sich bei Dover in England und an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head in den schönsten Profilen entblöst; und eben so bildet sie in Frankreich, im Thale der Seine bei Andelys und Elboeuf, steile, mauerähnliche Gehänge und höchst abenteuerliche Felsen, wie z. B. die wollsackähnliche tête d'homme, die thurmähnlichen Gestalten bei Senneville, die Roche de Pignon u. a. Formen; ähnliche Formen wiederholen sich an den Küsten der Normandie und im Kreidegebiete am Donetz in Südrussland, wo bei dem Kloster Sviatagora unterhalb Isium Nadeln, Säulen und andere grotteske Felsgebilde aufragen.

Uebrigens bildet die Kreide bald einen ziemlich fruchtbaren, bald einen sehr sterilen Boden; das Erstere ist z. B. in vielen Gegenden Englands (wie bei Brighton), das Andere in der Champagne der Fall, wo man grosse Landstrecken nicht nur ohne alle Cultur, sondern sogar ohne alle Vegetation findet. Merkwürdig ist es, dass gewisse Regionen der weissen Kreide des Pariser Bassins eine grosse Disposition zur Salpeterbildung zeigen.

Es ist diess die Gegend von la Roche Guyon und Mousseau im Dép. der Seine und Oise, wo sich an der Oberfläche der Kreidefelsen Efflorescenzen von salpetersauren Salzen bilden, welche man abkratzt, worauf sich nach einiger Zeit die Bildung wiederholt u. s. w.; sie erfolgt besonders an den nach Süd gekehrten Wänden, zumal bei heisser und zugleich feuchter Witterung. Auf diese Weise werden alljährlich an 7000 Kilogramm Salpeter gewonnen. *Gaultier de Claubry* in *Ann. de chim. et de phys. t.* 52, 1833, *p.* 24 f.

b. Graue Kreide. Sie unterscheidet sich von der normalen Kreide durch grössere Härte, hellgraue Farbe und durch den Mangel an Flintknollen, welche nur bisweilen durch Hornstein-Concretionen ersetzt werden. Nach unten geht sie oft ganz allmälig in Kreidemergel über.

Nicht selten enthält sie viele dunkler gefärbte, undulirte und bald auskeilende Lagen, welche an die ähnlichen Formen des sogenannten Flammenmergels (S. 929) erinnern und zuweilen in förmliche Sandsteinlagen übergehen, welche an den steilen Felswänden wie Breter hervorragen. Eisenkies kommt theils in Knollen, theils in isolirten Krystallen vor.

c. Gelbe Kreide der Touraine. Im Département der Indre und Loire, oder in der Touraine, ist ein Gestein sehr verbreitet, welches d'Archiac unter dem Namen *craie jaune* aufführt, obwohl es vielleicht eigentlich zu den Kreidemergeln gehört. Dasselbe ist hellgelb, weich und erdig, oft zerreiblich, überlagert die dortigen Glimmermergel (S. 929) in einer Mächtigkeit von 60 bis 150 Fuss, und wird aus der Gegend von Amboise bis nach Candes von der Loire durchschnitten.

Da diese gelbe Kreide sehr leicht zu bearbeiten ist, so wird sie in vielen und zum Theil sehr bedeutenden Steinbrüchen gewonnen; auch sind in ihr an beiden Ufern der Loire und in anderen Thälern Keller und zahlreiche, oft stattliche Wohnungen ausgehauen worden, so dass die Touraine, dieser Garten von Frankreich, von vielen modernen Troglodyten bewohnt wird.

d. Tuffkreide von Maestricht. In der Gegend von Maestricht wird die weisse Kreide von einer merkwürdigen Bildung überlagert, deren Gestein und deren sehr zahlreiche und wohlerhaltene Fossilien schon lange die Aufmerksamkeit erregt haben. Es ist ein gelblichweisser, isabellgelber bis ockergelber, weicher und meist zerreiblicher Kalkstein von erdiger und krümeliger Textur*), welcher grösstentheils aus feinem Schutte von Korallen, Bryozoën, Foraminiferen, Echiniden und Conchylien entstanden zu sein scheint, und sich in einzelnen Schichten ganz deutlich als ein bloses Aggregat von dergleichen organischen Ueberresten zu erkennen giebt. Dieses Gestein, welches Omalius d'Halloy *craie tuffeau* nannte, enthält, eben so wie die Kreide, Lagen von Flintknollen, welche nach unten in kleineren, nach oben in grösseren Abständen über einander liegen, aber nicht aus schwarzem, sondern aus

*) Diese sandartig lockere Beschaffenheit veranlasste wohl auch Faujas-Saint-Fond in seinem Werke: *Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht*, das Gestein als einen *grès quartzeux faiblement lié par un gluten calcaire* zu bestimmen. De Luc hat wohl zuerst auf seine Analogie mit der Kreide hingewiesen, und Omalius d'Halloy seine wahren Verhältnisse aufgefasst.

hellfarbigem Feuersteine bestehen. Die Mächtigkeit der ganzen Ablagerung beträgt etwa 90 Fuss.

Im Petersberge bei Maestricht und bei Falkenberg ist diese Tuffkreide, welche sich bei ihrer grossen Weichheit mit der Säge bearbeiten lässt, durch grossartige unterirdische Steinbrüche aufgeschlossen, welche schon seit vielen Jahrhunderten betrieben werden, und zu den Merkwürdigkeiten der dortigen Gegend gehören. Da sich unter ihren zahlreichen Fossilien noch viele ächt senonische Formen finden, und da sie nach unten in die weisse Kreide übergeht, so ist diese berühmte Maestrichter Bildung als das oberste Glied der Kreideformation zu betrachten. Nach Caumont und Desnoyers kommen ähnliche Gesteine bei Valogne (la Manche) vor.

e. Korallenkreide oder Liimsteen. Der sogenannte Liimsteen Dänemarks, welchen Forchhammer lieber Korallenkreide nennen möchte, besteht aus unzähligen kleinen Korallenfragmenten, die durch Kreidemasse zu einem lockeren Gesteine von psammitischer Structur verbunden sind. Er ist ein in Dänemark ziemlich verbreitetes Gestein, welches sich, als das letzte Glied der dortigen Kreideformation, von Stevensklint durch Seeland, Fünen und Jütland bis an die Küste nördlich vom Liimfjord verfolgen lässt, ohne in dieser ganzen, 40 Meilen langen Strecke weder seine Beschaffenheit noch seine Lagerungsverhältnisse zu ändern. Wie in der normalen Kreide, so kommt auch in dieser Korallenkreide Feuerstein z. Th. in stetigen Lagen vor, welcher jedoch nicht schwarz, sondern grau oder gelb ist.

Aeusserst merkwürdig sind die Structur-Verhältnisse dieses Liimsteens. Er ist nämlich nicht regelmässig geschichtet, sondern besteht aus lauter kleinen Systemen von schmalen Schichten, welche wellenförmig gebogen sind, sehr verschiedene Neigungswinkel haben, sich gegenseitig abschneiden oder zwischen einander auskeilen, daher einander discordant bedecken, und nach allen Richtungen in einander eingreifen. Forchhammer in *Danmarks Geognostiske Forhold*, S. 81 f. und Poggend. Annalen, Bd. 58, S. 613.

So entsteht denn im Grossen eine ganz eigenthümliche discordante Parallelstructur (I, S. 486), welche vollkommen mit derjenigen übereinzustimmen scheint, welche kürzlich von Nelson von den Bahama-Inseln beschrieben worden ist, wo die auf der Oberfläche der Korallenriffe über dem Meeresspiegel, aus zusammengewehtem Korallen- und Conchylienschutte gebildeten Gesteine, welche er, als Gebilde des Windes, *aeolian rocks* nennen möchte, genau dieselbe Structur zeigen, die uns Forchhammer vom Liimsteen kennen gelehrt hat. *Quarterly Journ. of the geol. soc. IX, p.* 206.

§. 425. *Glaukonit, Flint, Dolomit, Gyps, Steinsalz, Kohlen und Erze.*

Wir haben uns nun noch mit denjenigen Materialien der Kreideformation zu beschäftigen, welche einestheils zu den untergeordneten,

obwohl sehr gewöhnlichen, anderntheils zu den seltneren und zum Theil sogar noch etwas problematischen Vorkommnissen gehören.

Als ein paar sehr häufige accessorische Mineralien im Gebiete der Kreideformation geben sich besonders Glaukonit, und Flint oder Feuerstein zu erkennen, weshalb auch dieselben bereits mehrfach zur Erwähnung gekommen sind. Als mehr oder weniger seltene, nur hier und da beobachtete Materialien sind dagegen Dolomit, Gyps, Steinsalz, Kohlen und verschiedene Eisenerze zu betrachten, von denen wenigstens das Steinsalz noch nicht einmal ganz sicher als ein wirkliches untergeordnetes Glied der Kreideformation erwiesen zu sein scheint.

1. Glaukonitsand. Wir beginnen mit dem Glaukonite, weil er in so vielen psammitischen, pelitischen und kalkigen Gesteinen der Formation als accessorischer Bestandtheil auftritt, wenn auch seine selbständigen Ablagerungen gewöhnlich keine bedeutende Mächtigkeit erlangen. Dennoch kennt man recht ausgedehnte und ziemlich mächtige Schichten, welche so vorwaltend aus Glaukonit bestehen, dass man ihr Gestein geradezu als Glaukonitsand oder Glaukonitmergel bezeichnen muss*). Sie sind durch dunkelgrüne Farben ausgezeichnet, und lassen unter der Loupe die kleinen, schiesspulverähnlichen Glaukonitkörner als ihre hauptsächlichen Bestandtheile erkennen, zu welchen sich noch Quarzsand oder auch etwas kohlensaurer Kalk gesellt. Es sind immer weiche, leicht zerwitternde, ja oft zerreibliche oder ganz lose Gesteine.

Der Glaukonit, ein der Grünerde sehr ähnliches Mineral**), ist wesentlich ein wasserhaltiges Silicat von Eisenoxydul und Kali, dessen Kaligehalt gewöhnlich zwischen 5 und 15 p. C. schwankt, bisweilen aber auch auf 0 herabsinkt, wie die Analysen von Berthier, Seybert, Turner, Dana, Fisher, besonders aber die zahlreichen Analysen von H. Rogers (im *Report of the geol. survey of the state of New-Jersey, Philadelphia* 1836), so wie die Untersuchungen von Geinitz gelehrt haben, welche in seiner gekrönten Preisschrift vom Jahre 1850 (das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen) mitgetheilt worden sind.

*) Es scheint zweckmässig, diese aus dem Worte Glaukonit durch Apposition gebildeten Namen für die vorwaltend aus Glaukonit bestehenden Gesteine zu gebrauchen, diejenigen Gesteine aber, in welchen der Glaukonit nur untergeordnet, als accessorischer Gemengtheil auftritt, durch die adjectiven Prädicate glaukonitisch oder glaukonithaltig zu bezeichnen. Natürlich können die Glaukonitsande in glaukonitische Sande übergehen.

**) Dagegen ist die Aehnlichkeit mit Chlorit eine sehr geringe, und das Mineral durchaus nicht mit dem Chlorit zu identificiren, weshalb denn auch solche Namen wie *craie chloritée, sable chlorité*, chloritische Kreide und dergleichen mehr, zu unterdrücken sein möchten.

Dieses Mineral bildet nun im Staate New-Jersey den vorwaltenden, (50 bis 90 p.C. betragenden) Bestandtheil einer gegen 30 Fuss mächtigen und weit erstreckten Ablagerung von Glaukonitsand oder Glaukonitmergel, welcher als mineralisches Düngmittel eine äusserst wichtige Benutzung gewährt. Die unfruchtbarsten Sandflächen sind durch diesen Glaukonitsand in reiche Kornfelder verwandelt worden; 20 Fuder desselben leisten so viel als 200 Fuder Stalldünger; mit 10 Fuhren auf den Acker sind ganz erstaunliche, und selbst mit 20 Bushel noch sehr befriedigende Resultate erlangt worden; auch lehrt die Erfahrung, dass einmal gemergeltes Land 10 bis 12 Jahre lang fruchtbar bleibt. Rogers vermuthet, dass der Kaligehalt des Glaukonites als das eigentlich wirksame Ingrediens zu betrachten sei. — Aehnliche, jedoch nur wenige Fuss mächtige und nicht sehr aushaltende Schichten finden sich unmittelbar in der Auflagerung der westphälischen Kreideformation, bei Werl, Wamel u. a. Orten, von wo sie zuerst durch Becks bekannt geworden sind. Bei Troyes (Aube) kommt nach Leymerie an der Basis des Galt ein Glaukonitsand vor, der so grün ist, wie gekochter Spinat. Ueberhaupt ist es eine in mehren Territorien bestätigte Erfahrung, dass die ersten Schichten der Kreideformation, oder auch dass die tiefsten oder die höchsten Schichten gewisser ihrer Etagen vorzüglich reich an Glaukonit sind, weshalb denn die Glaukonitsande besonders an der Auflagerung der cretacischen Formation, oder auch an den Wechseln gewisser ihrer Formationsglieder aufzusuchen sein werden, dafern sie auch anderwärts durch hinreichenden Kaligehalt zur agronomischen Benutzung geeignet sein sollten.

2. Flint oder Feuerstein. Die Hornstein-Nieren, welche sich fast in allen Etagen der Kreideformation, bald in den Sandsteinen, bald in den Mergeln und Kalksteinen vorfinden, gehen schon häufig in förmlichen Feuerstein über; seine vollkommenste und üppigste Entwickelung hat jedoch dieses amorphe Kieselmineral in der eigentlichen Kreide (also in der Senonbildung) erlangt, innerhalb welcher dasselbe besonders in vier verschiedenen Formen auftritt: nämlich als Versteinerungs-Material; in isolirten, aber doch meist lagenweise geordneten, und nur selten regellos zerstreuten Knollen; in stetig ausgedehnten Lagen und Schichten, und endlich in gangartigen Gebilden, welche letztere zu den selteneren, aber besonders merkwürdigen Vorkommnissen gehören. Da nun der eigentliche Flint in keiner Formation eine grössere Wichtigkeit erlangt, und da die Häufigkeit seines Vorkommens innerhalb der Kreide als eine sehr hervorstechende Eigenthümlichkeit dieses ausgezeichneten Gliedes der Kreideformation anzuerkennen ist, so dürfte eine etwas genauere Betrachtung der eben aufgeführten verschiedenen Formen seines Vorkommens nicht am unrechten Orte sein.

1. Flint als Versteinerungs-Material kommt ausserordentlich häufig vor; namentlich sind die Amorphozoën der Kreide oftmals durch Feuerstein petrificirt, und die Echinidenschalen mit ihm ausgefüllt worden, weshalb denn die so gebildeten, fast unverwüstlichen Steinkerne von Echiniden zu den

ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehören, und auch in zahlloser Menge in die Diluvialschichten Nordteutschlands gelangt sind. Zu den sehr colossalen, wahrscheinlich von scyphiaähnlichen Amorphozoen abstammenden Flintfossilien sind auch jedenfalls die in Irland sogenannten Paramoudra's zu rechnen; cylindrische oder birnförmige Körper von 1 bis 3 Fuss Länge, und ½ bis 2 Fuss Dicke, welche in ihrer Axe hohl, übrigens aber gänzlich in Feuerstein verwandelt sind. Sie finden sich nach Buckland besonders bei Moira in Irland, und nach Taylor bei Norwich in England, an welchem letzteren Orte sie bis 3 Fuss Länge erreichen, und in der Kreide aufrecht stehen sollen.

2. Die Feuersteinknollen sind in der weissen Kreide schwarz oder dunkelgrau im Innern, jedoch mit einer weissen, matten, erdigen Rinde versehen, die zuweilen bis ½ Zoll dick ist, und ebenfalls aus Kieselerde besteht; in der grauen und mergeligen Kreide pflegen die Feuersteine mehr hellfarbig, grau und gelb zu sein, wie z. B. diejenigen, welche in der berühmten Flintensteinfabrik zu Saint-Agnan verarbeitet wurden. Gewöhnlich sind sie von der umgebenden Kreide scharf abgesondert, bisweilen verfliessen sie in selbige. Ihre knolligen Formen sind äusserst manchfaltig und oft sehr bizarr, zuweilen mehr cylindrisch, oder wie gestielt u. s. w. Nicht selten umschliessen sie einen Spongiten, oder sie haben die Gestalt solcher Amorphozoën, deren Structur auch oft noch zu erkennen ist, daher wohl manchen ein dergleichen organischer Körper zu Grunde liegen mag, wie diess Buckland besonders von den regellos vertheilten (nicht lagenweise geordneten) Knollen vermuthet. — Bisweilen enthalten sie etwas Kalkspath, oder Cölestin, selten Eisenkies, ganz gewöhnlich aber verkieselte organische Körper, zumal Bryozoen, Foraminiferen, Infusorien und Fragmente oder Abfälle von Amorphozoen, unter denen namentlich die Spiculae von Spongien erwähnt werden. — Wo die Schichten der flintreichen Kreide aufgerichtet stehen, da sind zuweilen, wie auf Wight und Purbeck, alle Feuersteinknollen zerbrochen und zermalmt worden, was offenbar geschehen sein muss, als die Masse der Kreide noch plastisch war, weil solche zwischen die einzelnen Bruchstücke und Splitter eingedrungen ist. Dagegen erscheinen nach Forchhammer auf der Insel Möen, trotz der gewaltsamen Biegungen und Dislocationen der Schichten, die Flintknollen nur äusserst selten zerbrochen. — Die lagenweise geordneten Flintknollen liegen gewöhnlich isolirt, in grösseren oder kleineren Abständen neben einander, ohne sich gegenseitig zu berühren. Bisweilen aber kommen sie gegenseitig in Berührung und verfliessen seitwärts in einander, so dass sie zusammenhängende, sehr undulirte und vielfach durchbrochene Lagen bilden, wodurch ein Uebergang in die nächstfolgende Form vermittelt wird.

3. Lagen und Schichten von Feuerstein bilden eine dritte und minder häufige Form seines Vorkommens; doch kennt man sie fast in allen Gegenden, wo die weisse Kreide vorhanden ist. So bei Meudon unweit Paris, wo sie 4 bis 7 Centimeter stark sind; an der englischen Küste liegen in der Margarets-Bay zwei Lagen über einander, von denen die oberste zwar nur anderthalb Zoll dick ist, aber zwei englische Meilen weit fortsetzt; weiterhin gegen Dover sieht man mehre, z. Th. über fussmächtige Flintlager, und in der Citadelle von Dover sind mehre Kasematten dergestalt in der Kreide ausgehauen, dass sie ein ununterbrochenes Feuersteinlager zur Decke haben. —

In Dänemark kommen besonders viele Flintschichten auf der Insel Mors und in Thye, in der sogenannten bleichen Kreide (*Blegekridt*) vor, welche dort über dem Faxöekalk liegt; diese Schichten sind gelb oder grau, chalcedonähnlich, selten über 8 Zoll stark, aber so zahlreich, dass sie fast mit der Kreide wechsellagern. — Forchhammer, Danmarks Geognostiske Forhold, S. 80. — Eine merkwürdige Feuersteinbildung erwähnt Schneider aus Podolien, wo über dem Grünsande eine 20 bis 80 Fuss mächtige Ablagerung ausgebreitet ist, welche aus mehr oder minder scharfkantigen Feuersteinblöcken besteht, die theils dicht in einander gefügt, theils durch gelblichen oder weissen Thon abgesondert sind. Karstens Archiv, Bd. 7. 1834, S. 311. Auch v. Blöde beschreibt aus dem Ternawathale in Podolien Feuerstein-Ablagerungen von 6 bis 10 Fuss Mächtigkeit, deren Gestein oft als ein regelloses Aggregat von Flint, Schwimmstein und Opal erscheint. Neues Jahrbuch für Min. 1841, 517.

4. Gangähnliche Flintbildungen. Sie gehören zu den besonders merkwürdigen Vorkommnissen, und erscheinen theils als stetig ausgedehnte Platten oder Parallelmassen, theils als blose Knollenlagen, welche jedoch den Schichten nicht parallel sind, sondern selbige unter bedeutenden Winkeln durchschneiden. In England kennt man sehr ausgezeichnete Beispiele; so z. B. östlich von Henley, wo an einer Felswand sechs schmale Flintgänge die mit Flintknollenlagen erfüllte Kreide in verschiedenen Richtungen durchziehen; und bei Rottingdean unweit Brighton, wo gangartige Knollenlagen auf ähnliche Weise vorkommen. Buckland in *Trans. of the geol. soc. IV*, 417. Ueberhaupt kommen nach Mantell an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head viele gangförmige Flintmassen vor; bei Piddinghoe setzen zahlreiche Flintplatten wie Gänge, theils senkrecht theils schräg durch die Kreide, sie sind aber nach allen Richtungen zerbrochen und zersplittert, und ihre Fragmente durch Eisenkies verkittet. Im Steinbruch von Preston sind gleichfalls mehre verticale Klüfte mit Feuerstein ausgefüllt. *The Geology of the South-East of England*, *p.* 80 ff. — Auch in Dänemark sind ähnliche Erscheinungen bekannt, und bei Hjerm in Jütland werden die in der bleichen Kreide über einander liegenden horizontalen Feuersteinlager zuweilen durch senkrechte, gangähnliche Feuersteinplatten in Verbindung gebracht.

Ueber die Bildungsweise aller dieser Feuersteine sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Die Kreide selbst ist wohl ursprünglich als ein feiner, hauptsächlich von organischen Körpern gelieferter Kalkschlamm auf dem Meeresgrunde abgesetzt worden, wo er sich allmälig consolidirte; zugleich muss aber auch Kieselerde abgesetzt worden sein, von welcher man annehmen kann, dass sie entweder im aufgelösten Zustande gleichmässig den Kreideschlamm durchdrungen, und sich erst später zu einzelnen Knollen concentrirt habe, oder auch, dass sie periodisch als Kieselgallert auf dem Meeresgrunde zum Niederschlage gelangte, während gleichzeitig der Absatz des Kalkschlamms unterbrochen war. Wahrscheinlich mögen beide Verhältnisse Statt gefunden haben, obwohl das letztere als das bei weitem vorwaltende zu betrachten sein dürfte, durch welches die meisten (und namentlich die lagenweise geordneten) Knollen, die Schichten und die gangartigen Gebilde von Feuerstein gebildet wurden. Was die Knollen insbesondere betrifft, so wurden solche schon von Parkinson, Guettard und anderen älteren Beobachtern grossentheils für verkieselte Spongien, Alcyonien, überhaupt für Amorphozoën

erklärt, welche die Kieselerde zum Niederschlage disponirt hätten. Diese Ansicht ist neuerdings von Bowerbank und Ansted durch mikroskopische Beobachtungen über die Textur und die Einschlüsse vieler Feuersteinknollen unterstützt worden, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ein grosser Theil dieser Knollen durchaus organischen Ursprungs ist, wie sowohl ihre äussere Form, als auch ihre Textur beweist. Dass jedoch nicht alle Knollen und noch viel weniger die Flintlagen so gedeutet werden können, diess ist insbesondere von Toulmin Smith gegen Bowerbank geltend gemacht worden; obwohl auch er der Ansicht ist, dass sich die Knollen gewöhnlich um organische Körper gebildet haben, welche als Anziehungspunkte für die Kieselerde dienten, und solche zum Niederschlage veranlassten, wobei sie selbst verkieselt wurden, während sich der Absatz von Kieselerde weit über sie hinaus fortsetzte. Dabei stellt er jedoch einen gallertartigen Urzustand des Flint in Abrede, und meint, die Flintmasse sei ursprünglich höchst flüssig gewesen und sehr rasch, ja fast plötzlich erstarrt (?!). Bowerbank, in *Trans, of the geol. soc. 2. series, VI, p.* 181 ff., Mantell, in *The Annals and Mag. of nat. hist. vol.* 16, 1845, *p.* 73 ff.; Ansted, *ibidem, vol.* 13, 1844, *p.* 241; Toulmin Smith, *ibidem, vol.* 19, 1847, *p.* 1 ff. und *p.* 289 ff., dazwischen Gegenbemerkungen von Bowerbank, p. 249 f.; endlich Bensbach im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 769 f.

3. Dolomit. Ein seltenes Gestein im Gebiete der Kreideformation, von welchem zeither nur aus wenigen Ländern berichtet worden ist. Die bedeutendsten Vorkommnisse dürften bis jetzt in Algerien und in der Türkei nachgewiesen worden sein.

Elie de Beaumont entdeckte im Jahre 1831 eine Dolomitmasse in der oberen Kreide bei Beyne unweit Grignon; sie bildet eine sanft kuppelförmige Anschwellung, an deren Ränder sich die tertiären Schichten anlehnen. *Bull. de la soc. géol. II, p.* 419. Im Bassin des Adour soll nach Delbos der Dolomit eine nicht unwichtige Rolle in der Zusammensetzung der Kreideformation spielen. Bei Donalds-Kills unweit Keady in Irland sind nach Portlock der Kreide drei Schichten von zelligem, mit Chalcedongeoden versehenem Dolomite untergeordnet. Der cretacische Kalkstein von Palermo ist nach Fr. Hoffmann mit Dolomit verbunden, welcher zwischen Morreale, S. Giuseppe und Giardinello sehr verbreitet ist; auch an der Südküste Siciliens, bei Sciacca, Licata u. a. O. soll Dolomit vorkommen. Nach Renou und Rozet treten in Algerien graue und gelbe Dolomite als sehr verbreitete Gesteine der Kreideformation auf, welche schon aus der Ferne an der auffallenden Form ihrer Berge zu erkennen sind; und nach Boblaye, Virlet und Boué bestehen in der Türkei die höchsten Gebirgsketten der Kreideformation aus Dolomit. Boué, *Esquisse géol. de la Turquie d'Europe, p.* 52 ff.

4. Gyps. In den Thonen und Mergeln der Kreideformation kommen bisweilen Krystalle, Anflüge oder kleine Nester von Gyps vor, welche als secundäre, durch Zersetzung von Eisenkies vermittelte Bildungen, und als blose accessorische Bestandtheile zu betrachten sind. Doch werden aus mehren Territorien der Formation auch förmliche

Stöcke und Lager von Gyps erwähnt, welche gewöhnlich von grauen oder bunten Mergeln begleitet werden, und wenigstens in manchen Fällen als wirkliche untergeordnete Glieder anzuerkennen sein möchten.

A. Römer gedenkt kleiner Stöcke von dichtem Gyps, welche mehrorts im Hilsthone der Gegend von Alfeld vorkommen. Bedeutender sind die Gypsmassen, welche Dufrénoy in der Kreideformation des südwestlichen Frankreich nachgewiesen hat; wie bei Cherve unweit Cognac, bei Rochefort, bei Saint-Jean-d'Angely und anderen Orten. In der Neocombildung der Provence kommen nach Scipion Gras bei Senez (*Basses Alpes*), nach Coquand bei Auriol und Roquevaire (*Bouches du Rhône*) nicht unbedeutende Gypslager vor; auch sollen nach Sc. Gras dergleichen im Dép. der Drôme sehr verbreitet sein.

Die vielen Gypsmassen, welche nach Dufrénoy in den westlichen Pyrenäen in Begleitung der Ophite (I, 581) auftreten, sind wohl rücksichtlich ihrer Stellung zur Kreideformation noch etwas problematisch. Aus den Beobachtungen Tschihatschew's ergiebt sich aber, dass die von Hamilton vielorts in Kleinasien beobachteten Gypsstöcke dieser Formation nicht angehören. Auch sind wohl diejenigen Gypsbildungen, welche in Podolien über der Kreideformation liegen (Neues Jahrb. für Min. 1841, 520) eben so für tertiär zu halten, wie diess für die ähnlich gelagerten Gypse Polens erwiesen ist, welche Pusch noch zu der Kreideformation rechnete. Endlich sind die von Hoffmann über die Gypse der sicilianischen Schwefelformation aufgestellten Ansichten zweifelhaft geworden, seitdem Prevost, Pinteville u. A. diese ganze Formation für tertiär, und nicht für cretacisch erklärt haben.

5. Steinsalz. Mit dem Steinsalze verhält es sich wie mit dem Gypse; d. h. manche seiner angeblich cretacischen Vorkommnisse gehören gewiss nicht der Kreideformation an, für welche übrigens die Möglichkeit von Steinsalzlagern gar nicht in Abrede gestellt werden kann, da sie eine durchaus marine Sedimentformation ist. Sehen wir jedoch ab von manchen zweifelhaften oder ganz unbestimmten Angaben, so dürften als wirklich cretacisch fast nur diejenigen Ablagerungen von Steinsalz übrig bleiben, welche in Algerien nachgewiesen worden sind.

Dass die früher in der westphälischen Kreideformation, wegen der in ihrem Gebiete so zahlreichen Salzquellen, vermutheten Steinsalzlager nicht existiren, diess wird wohl gegenwärtig ziemlich allgemein angenommen. Dass die bedeutenden Steinsalzmassen Siciliens und Cataloniens nicht, wie man früher glaubte, der Kreideformation, sondern der Nummulitenformation angehören, diess scheint ziemlich gewiss zu sein, und kann wenigstens für Catalonien durch die Beobachtungen von Verneuil und Collomb als erwiesen gelten. Die colossalen Steinsalzstöcke von Kulpi und Nachitschewan in Armenien sind höchst wahrscheinlich von gleicher Stellung. Die Steinsalzbildung von Usdum am todten Meere kommt zwar im Gebiete kreideähnlicher Kalksteine vor, aber das wirklich cretacische Alter dieser Kalksteine ist wohl noch nicht erwiesen.— Dagegen kommen nach Renou und Fournel bei Constantine und anderwärts in Algerien Steinsalz und Gyps im Hippuritenkalkstein vor. Das Steinsalz bildet

mitunter förmliche Berge; nördlich von Biskra erhebt sich der Gypsberg Djebel-Melah, welcher Steinsalz in horizontalen Schichten umschliesst; südlich von Medeah erhebt sich der Salzberg Djebel-Sahari; überall aber wird das Steinsalz von bunten Mergeln und von Gyps begleitet.

6. Kohlen. In den Sandstein-Etagen der Kreideformation kommen bisweilen Flötze von Steinkohlen vor, welche aber gewöhnlich zu schmal und schlecht sind, um eine bergmännische Gewinnung zu verdienen; doch kennt man auch bauwürdige Flötze, wie bei Wenig-Rackwitz in Schlesien und bei Grünbach in Oesterreich. Diese kohligen Lager werden gewöhnlich von Schieferthon begleitet, in welchem sich Pflanzenreste finden.

Kleine und ganz unbedeutende Steinkohlenflötze, welche zum Theil nur als Flötze von Kohlenletten zu bezeichnen sind, kennt man im unteren Quadersandsteine Sachsens bei Niederschöna unweit Freiberg, bei Reinhardsgrimma, bei Leiteritz unweit Dresden und anderwärts. Wichtiger sind die Vorkommnisse im Quadersandsteine Schlesiens, in der Gegend zwischen Bunzlau und Löwenberg, wo bei Wenig-Rackwitz und Ottendorf drei Flötze bekannt sind, welche bei 10 Zoll bis fast 2 Fuss Mächtigkeit abgebaut werden; auch bei Wehrau kennt man schon lange ein, in seinem Ausstriche fussmächtiges Kohlenflötz. Bei Quedlinburg kommen in den bunten Thonen des Ueberquaders (S. 919) schmale Kohlenflötze vor, welche man gleichfalls abzubauen versucht. Auch die sogenannte Gosaubildung der österreichischen Alpen, welche im Allgemeinen der Turonbildung entspricht, ist kohlenführend. Der wichtigste Punkt liegt bei Grünbach, westlich von Wiener-Neustadt, wo innerhalb eines ziemlich complicirten Schichtensystems eine aus Sandstein, Mergelschiefer und Schieferthon bestehende Etage auftritt, in welcher nicht weniger als 21 Kohlenflötze liegen, von denen jedoch die meisten nur 2 bis 10 Zoll stark, und nur drei, von 2 bis 4 Fuss Mächtigkeit, bauwürdig sind. Die ganze Bildung tritt dort in der Form einer heteroklinen Mulde (I, 926) auf, deren einer Flügel bis zu 60 und 40° überkippt ist; eine Architektur, welche ganz an die eigentliche Steinkohlenformation erinnert. Die Kohle ist vortrefflich und wird von den Donau-Dampfschiffen benutzt. Cziczek, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, II, 107.

Auch auf der Insel Bornholm, auf Isle d'Aix (Charente inférieure), wo zugleich viele, theils verkohlte theils verkieselte Fucoiden vorkommen, bei Ernani in der Umgegend von Tolosa, und in Venezuela, wo die bis 4 Fuss mächtigen Flötze im Thonschiefer liegen, ist die Kreideformation als eine kohlenführende Formation erkannt worden.

7. Eisenerze. Von Erzen hat man wohl bis jetzt in der Kreideformation nur Eisenerze, und zwar theils Bohnerze, theils verschiedene Varietäten von Brauneisenerz kennen gelernt.

Es wurde bereits oben S. 882 bemerkt, dass man in neuerer Zeit geneigt ist, viele unmittelbar auf der Juraformation abgelagerte Bohnerzgebilde als Aequivalente der Neocombildung zu betrachten; auch ist eine der bedeutendsten Bohnerzbildungen Teutschlands, nämlich die

Eisenerzlagerstätte von Steinlahde in Hannover, ganz entschieden als ein Glied der Neocombildung charakterisirt, welche überhaupt unter allen Gliedern der Kreideformation am häufigsten mit Eisenerzen versehen zu sein scheint. Indessen kommen dergleichen pisolithische Eisenerze auch höher aufwärts vor, wie z. B. in der turonischen Etage des Département der Dordogne nach Delanoue, und bei Immenrode in Hannover nach v. Unger.

Auch oolithische Eisenerze sind in mehren Territorien der Kreideformation bekannt, und bereits in allen drei unteren Abtheilungen derselben nachgewiesen. Endlich kommen auch, abgesehen von den schon oben (S. 922) erwähnten Concretionen, noch andere Brauneisenerze vor, welche theils als Thoneisensteine, theils als blose Lager von Ocker erscheinen.

Nach v. Unger ist die untere Kreideformation in dem Zuge von Hildesheim nach Immenrode besonders reich an Eisenerzen. So liegt bei Hahndorf, unweit Immenrode, unter dem Flammenmergel ein Bohnerzlager; zwischen dem Heiligenberge und Galgenberge bei Salzgitter nimmt der unter dem Flammenmergel liegende Grünsand so viele Linsen, Körner und Nieren von Thoneisenstein auf, dass in einzelnen Schichten der Sand ganz verdrängt wird. Bei Steinlahde endlich liegt unmittelbar am Keupersandstein ein 7 Fuss mächtiges Lager von Thoneisenstein, welcher theils unbestimmt eckige, theils bohnenförmige, theils sphäroidische oder ganz kugelförmige, z. Th. concentrischschalige Körner von der Grösse eines groben Hagels bis herab zu der des feinsten Schiesspulvers bildet, die bald dicht über einander liegen, bald durch Thon verbunden sind. Darüber liegt eine anderthalb Fuss starke, belemnitenreiche Schicht, dann abermals eine 5 Fuss mächtige Lage Eisenerz, auf welche einige glaukonitische Mergelschichten und endlich die Flammenmergel folgen. Nördlich von diesem Punkte ist das Erzlager auf 8000 F. weit durch Schürfe nachgewiesen; allein es findet sich in seinem Liegenden ein allmälig immer bedeutenderes System von gelblichgrünen Mergeln ein; auch ist das Lager am äussersten Punkte 380, und bei dem Vorwerk Altenhagen, im benachbarten Theile von Braunschweig, 95 bis 100 Fuss mächtig. Die in dem Eisenerze vorkommenden Fossilien, unter denen sich *Belemnites subquadratus, Exogyra Couloni* und andere ächt neocome Formen befinden, setzen es ausser allen Zweifel, dass diese merkwürdige Erzlagerstätte der Neocombildung angehört. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, 1843, S. 248 ff.

Wie der *lower greensand* Englands oftmals nichts weniger als ein grüner, sondern vielmehr ein gelber oder brauner eisenschüssiger Sand ist, so giebt sich auch sein Reichthum an Eisenoxydhydrat nicht selten dadurch zu erkennen, dass er vielorts, namentlich in Surrey und West-Sussex, auch auf Wight, mit braunen, glänzenden Körnern von Brauneisenerz erfüllt ist. Fitton, in *Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *IV*, *p.* 188.

Oolithische Eisenerze finden sich z. B. in der Neocombildung des Dép. der oberen Marne, von Sommevoire über Vassy und Eurville bis Narcy in bedeutender Menge, auch im oberen Grünsand des Dép. der Oise. Dichter

sandiger Brauneisenstein bildet bei Lockswell-Heath in Wiltshire das Bindemittel eines dem unteren Grünsand angehörigen feinen Conglomerates, welches ehemals als Eisenerz verschmolzen worden ist. Bei Wehrau und Wenig-Rackwitz finden sich im Hangenden der oben erwähnten Kohlenflötze Lager von Thoneisenstein, welche reich an Muschelabdrücken sind. Bei Brill in Buckinghamshire liegt im unteren Grünsand ein Lager von sehr gutem gelbem Ocker, der viel in den Handel kommt; dasselbe ist der Fall bei Pourrain und Saully im Départ. der Yonne, wo das 2 bis 6 Fuss mächtige Ockerlager gleichfalls der Neocombildung angehört. Schon diese Beispiele lehren, dass es besonders diese Abtheilung der Kreideformation ist, in welcher ein bedeutender Reichthum an Eisenoxydhydrat vorkommt, wodurch denn auch die Vermuthung bestätigt wird, dass die dem Jurakalkstein aufgelagerten Bohnerzgebilde und andere, ähnlich gelagerte Brauneisenerze, (wie z. B. jene 10 bis 15 Fuss mächtige Ablagerung, welche Cornuel als die tiefste Etage der Kreideformation von Vassy beschreibt) gleichfalls den Anfang der Kreideformation bezeichnen.

Zweites Capitel.

Gliederung der Kreideformation.

§. 426. *Allgemeine Gliederung der Formation in vier Haupt-Abtheilungen.*

Die Kreideformation zeigt in ihren verschiedenen Territorien oftmals eine recht verschiedenartige petrographische Zusammensetzung und eine sehr abweichende Aufeinanderfolge ihrer petrographisch verschiedenen Glieder. Hieraus folgt denn, dass man bei der Parallelisirung verschiedener, weit auseinander liegender Territorien kein zu grosses Gewicht auf die petrographische Beschaffenheit ihrer verschiedenen Etagen legen darf, dass schon die Gliederung eines jeden einzelnen Territoriums vorzugsweise auf die Lagerungsfolge und auf die organischen Ueberreste der über einander liegenden Etagen gegründet werden muss, und dass ein naturgemässes allgemeines Schema für die Gliederung der Formation überhaupt nur aus den bathrologischen und paläontologischen Analogieen ihrer verschiedenen Territorien abgeleitet werden kann.

Die ursprünglichen Verschiedenheiten der litoralen oder paralischen, der pelagischen und oceanischen Bildungsräume, des seichten und des tiefen Meeresgrundes, die qualitativen und quantitativen Verschiedenheiten des, theils von den Landgewässern und Meeresströmungen eingeführten, theils auch von der organischen Natur gelieferten Materiales, die Verschiedenheiten der geophysischen Bedingungen und Einwirkungen, denen die

Schichtensysteme sowohl während als auch nach ihrer Bildung unterworfen waren; alle diese und viele andere Umstände mussten natürlich auch bei der Kreideformation auf die Ausbildung verschiedener Facies hinwirken, unter welchen sich dieselbe in verschiedenen Territorien, ja sogar in verschiedenen Regionen eines und desselben Territoriums darstellen wird. Daher kann denn dieselbe Etage, welche hier als eine Kalksteinbildung erscheint, dort als ein System von Mergelschichten, weiterhin als eine Thon-Ablagerung, und noch anderswo als eine Sandsteinbildung erkannt werden; daher kann dieselbe Sandsteinbildung oder dieselbe Thon-Ablagerung, welche hier mehre hundert Fuss mächtig ansteht, dort auf wenige Fuss zusammenschrumpfen. Nur unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse ist es möglich, wie in jeder anderen sedimentären, so auch in der cretacischen Formation ein ziemlich allgemein giltiges Schema ihrer Gliederung aufzufinden.

Alcide d'Orbigny hebt in seinem *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie*, bei der Schilderung der sieben Haupt-Etagen, welche er in der Kreideformation annimmt, die Verschiedenheiten des petrographischen Habitus hervor, welche eine und dieselbe Etage in verschiedenen Bildungsräumen erkennen lässt, und macht immer und immer wieder aufmerksam darauf, wie wenig man berechtigt sei, in verschiedenen Gegenden eine Aehnlichkeit der petrographischen Zusammensetzung zu erwarten. Nachdem er die verschiedenen Facies der cenomanen Etage innerhalb des Gebietes von Frankreich aufgeführt hat, schliesst er mit folgender Bemerkung: *Par ces différences énormes, suivant les couches ou suivant les lieux, d'un même horizon géologique, il est facile de concevoir où l'on pouvait arriver, lorsqu'on employait le caractère minéralogique pour distinguer les étages crétacés; mais qu'on abandonne ce caractère trompeur, et qu'on y substitue, comme nous l'avons fait, les caractères paléontologiques, tout se simplifiera; les horizons se dessineront nettement, et alors on verra que la stratigraphie rigoureuse concorde, en tout point, avec les résultats paléontologiques.* Dieselbe Bemerkung gilt mehr oder weniger für jede Abtheilung der Kreideformation.

Wenn also die petrographische Natur der verschiedenen Etagen nur mit grosser Vorsicht benutzt werden darf, sobald es sich um die Ermittelung ihres Synchronismus oder Metachronismus handelt, wenn hierbei die Lagerungsfolge und die organischen Ueberreste als die hauptsächlichsten Kriterien zu berücksichtigen sind, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass auch diese organischen Ueberreste in verschiedenen Bildungsräumen mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten erkennen lassen werden, weil ja dieselben Ursachen, durch welche eine verschiedene petrographische Facies bedingt wurde, zum Theil auch einen verschiedenen Charakter der Fauna veranlassen mussten, und weil überhaupt die ver-

schiedenen Familien, Geschlechter und Species in verschiedenen, durch klimatische und geographische Verhältnisse bestimmten Verbreitungsgebieten vertheilt gewesen sein werden, so dass hier diese, dort jene Formen in vorwaltender Menge existirten. Daher ist denn auch an eine durchgängige Identität der Species in den verschiedenen Territorien der Kreideformation gar nicht zu denken; daher lassen selbst benachbarte Territorien bisweilen recht auffallende Verschiedenheiten erkennen, während in weit von einander liegenden Territorien die Zahl der identischen Species oft sehr gering zu sein pflegt; daher wird denn auch ausser der Identität der Species subsidiarisch die Analogie derselben, und der in gewissen Familien und Geschlechtern hervortretende allgemeine Charakter der Fauna erwogen werden müssen.

So erkannte z. B. Lyell unter 60 Conchylien der Kreideformation aus New-Jersey nur 5, welche mit europäischen Species wirklich identisch sind, während nach Forbes doch noch 15 Species als vollgiltige Repräsentanten wohl bekannter europäischer Arten angesehen werden können. Ferdinand Römer fand in den tieferen Schichten der Kreideformation von Texas unter 44 Species 11 Formen, welche auch für die europäische Kreideformation sehr bezeichnend, und 6 Formen, welche gewissen europäischen Species sehr analog sind; dagegen in den höheren Schichten unter 36 Species 3 identische und 7 analoge Formen. Was sich so für die Kreideformation überhaupt herausstellt, das gilt natürlich auch für ihre einzelnen Abtheilungen, bei deren Fixirung ganz besonders auch der Umstand zu berücksichtigen ist, dass oft eine und dieselbe Species in verschiedenen Territorien eine sehr verschiedene verticale Verbreitung besitzt, und bald nur durch eine oder durch wenige, bald durch mehre Etagen hindurchgeht. Wie werthvoll daher auch die paläontologische Unterscheidung vieler Glieder und Unterglieder innerhalb einzelner Territorien ist, so wenig wird doch bei einer allgemeinen Betrachtung der Formation solchen localen Unterabtheilungen eine grosse Bedeutung zugestanden werden können. Cotta bemerkt in dieser Hinsicht sehr richtig, dass die successive Entwickelung der Organismen, wie sie in der Kreideformation Englands vorliegt, natürlich auch in Teutschland nicht fehle, und dass man daher auch bei uns untere, mittlere und obere Glieder unterscheiden könne, dass man sich aber dabei nicht verleiten lassen dürfe, scharfe Gränzen für einzelne Species gewaltsam anzunehmen. Es sei stets eine Uebereilung, zu behaupten, diese oder jene Muschel komme nur in diesen oder jenen zwei oder drei Schichten vor, und wo sie sich finde, müsse man es genau mit diesem oder jenem speciellen Formationsgliede zu thun haben. So enge Gränzen einer Species seien in der Regel nur local, wie sich schon a priori behaupten lasse und durch die Erfahrung oftmals bestätigt habe. Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 191 f.

Wenn man nun aber die organischen Ueberreste der verschiedenen Etagen von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus in das Auge fasst, wenn man zugleich die Lagerungsfolge dieser Etagen genau berücksich-

tigt, ohne dabei ihre petrographischen Eigenthümlichkeiten gänzlich zu vernachlässigen, so gelangt man auf das Resultat, dass sich in der gesammten Kreideformation besonders drei Hauptabschnitte oder Epochen, und folglich vier Perioden und eben so viele Hauptabtheilungen feststellen lassen, deren Unterscheidung durch ihre bathrologischen und paläontologischen, ja bisweilen selbst durch ihre petrographischen Eigenschaften mit hinreichender Sicherheit gewährleistet wird. Es sind diess diejenigen vier Abtheilungen, welche bereits oben S. 915 unter den Namen der Neocombildung, des Galt, der Turonbildung und der Senonbildung aufgeführt wurden, indem, nach dem Vorgange von Ferdinand Römer, für die beiden letzten Abtheilungen zwei, von Alcide d'Orbigny, freilich in einer etwas engeren Bedeutung vorgeschlagene Namen benutzt worden sind, welche, eben so wie die beiden Namen Neocom und Galt, gar keine bestimmte petrographische Beschaffenheit ausdrücken.

Diese allgemeine Gliederung der Kreideformation hat sich bis jetzt fast in allen ihren Territorien als anwendbar bewährt, während die speciellen Eintheilungen, wie solche in diesem oder jenem Territorio für das eine oder das andere ihrer Hauptglieder durchgeführt worden sind, immer nur ein locales Interesse und einen localen Werth haben können, da sie sich von einem Lande zu dem anderen verschiedentlich herausstellen.

Damit soll natürlich das Interesse und der Werth solcher speciellen Bearbeitungen nicht herabgesetzt werden, welche für die Gäa einzelner Länder und Landstriche unentbehrlich sind. Sie liefern uns gewissermaassen die Lineamente der mancherlei Physiognomieen, durch welche sich die verschiedenen Territorien der Kreideformation, gleichsam die Individuen der ganzen Species, unterscheiden. Diese Individuen ordnen sich aber bei einem allgemeineren Ueberblicke in vier grosse Varietätengruppen, und das sind eben jene vier Haupt-Abtheilungen, welche überall, wo sie vorkommen, durch dieselbe Aufeinanderfolge und durch ähnliche paläontologische Merkmale charakterisirt werden. Das sorgfältige Detailstudium einzelner Landstriche und die dadurch gewonnenen speciellen Gliederungs-Schemata der Kreideformation werden immer die eigentlichen Grundlagen für die allgemeine Naturgeschichte dieser Formation bilden; allein alle diese einzelnen Schemata müssen in ein grösseres Schema zusammengefasst werden, welches uns die Formation in ihrer Totalität vorführt; und dabei muss freilich unvermeidlich gar manches Detail fallen gelassen werden.

Auch Bronn erklärt sich dahin, dass die Scheidung der Formationen in viele Formationsglieder sehr verdienstlich und nützlich und, so weit es sich um einen einzelnen Landstrich handelt, auch praktisch wichtig sei; aber je vielgliederiger diese Scheidung, zumal in neueren Perioden, werde, desto weniger dürfe man erwarten, in anderen Ländern ein genaues Aequivalent für jedes Glied wieder zu finden. Gleichwohl befinde man sich fortwährend in der

Nothwendigkeit, zu fragen, welche Bildungen in verschiedenen Ländern gleichzeitig seien, und der Gebrauch, diese Gleichzeitigkeit durch fremde (und geognostisch bedeutungslose) Namen in kürzester Form allgemein auszudrücken, verdiene keinen Vorwurf. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 16.

Die von uns gewählte allgemeine Eintheilung der Kreideformation ist wesentlich dieselbe, welche schon in den ersten Schilderungen des englischen Kreide-Territoriums hervortritt und noch gegenwärtig für selbiges gilt; sie ist dieselbe, welche d'Archiac für die französischen Territorien und später ganz allgemein für die Kreideformation überhaupt geltend gemacht hat; dieselbe, welche Bronn in der dritten Auflage der Lethäa, und F. Römer bei der Schilderung der westphälischen Kreideformation zu Grunde gelegt hat. Solche Auctoritäten bieten wohl einige Bürgschaft für die Zweckmässigkeit dieser Eintheilung, welche übrigens in der Hauptsache auch mit der Classification von d'Orbigny übereinstimmt, dessen gründliche und umfassende paläontologische Arbeiten einen so wesentlichen Einfluss auf die Fortschritte der Wissenschaft ausgeübt haben.

Die von d'Archiac*) nicht nur für die französische, sondern für die gesammte Kreideformation aufgestellte Eintheilung ist es, welche uns eigentlich zum Muster gedient hat. *La formation crétacée*, sagte er, *présente quatre divisions de premier ordre, ou quatre groupes, qui ont chacun une importance réelle, quoique inégale. Ce sont le groupe de la craie blanche, de la craie tuffeau, du gault et le groupe néocomien ou du grès vert inférieur.* Was aber die weiteren Unterabtheilungen betrifft, so spricht er sich über sie folgendermaassen aus. *Les étages que l'on peut établir dans chacun de ces groupes, pour en faciliter l'étude, sont variables dans chaque région naturelle. Ces divisions, de moins en moins importantes dans le temps, le sont aussi dans l'espace, et les dernières sont d'autant moins comparables entre elles, qu'elles sont plus nombreuses, et qu'on les considère sur des points fort éloignés les uns des autres, là où les phénomènes se sont localisés davantage.* Die neuere Literatur über die Kreideformation der verschiedensten Länder lässt die Wahrheit dieser Bemerkungen auf eine schlagende Weise hervortreten. — Es entspricht also die *craie tuffeau* (einschliesslich des *grès vert supérieur*) der Turonbildung, und die *craie blanche* (einschliesslich der Tuffkreide von Maestricht und des Pisolithenkalkes) der Senonbildung.

Die in England von Conybeare, Phillips, Mantell, Fitton u. A. begründete und auch noch von Morris anerkannte Gliederung der dortigen Kreide-

*) Im vierten Theile seiner vortrefflichen *Histoire des progrès de la Géologie*, welche bei ihrer umfassenden und kritischen Bearbeitung als eine der reichsten Fundgruben geologischer Wissenschaft und als eines der wichtigsten und unentbehrlichsten Werke der Neuzeit bezeichnet werden muss. Seine Eintheilung der Kreideformation wurde übrigens schon früher veröffentlicht.

formation lässt sich mit d'Archiac's viergliederiger Eintheilung vollkommen in Uebereinstimmung bringen; es ist nämlich in England:

die Neocombildung = dem *lower greensand* oder *Shanklinsand*,
die Galtbildung = dem *galt* und dem *Speetonclay* grösstentheils,
die Turonbildung = dem *upper greensand* und *chalkmarl*, und
die Senonbildung = dem *lower* und *upper chalk*.

Ganz übereinstimmend mit d'Archiac gruppirt auch Bronn den Complex der cretacischen Schichten in vier verschiedene Formationen, deren Synonymik sich folgendermaassen ergiebt: es ist

die Neocombildung = der Hilsformation,
die Galtbildung = der Galtformation,
die Turonbildung = der Plänerformation, und
die Senonbildung = der eigentlichen Kreideformation.

In welcher Weise d'Archiac's und also auch unsere vier Hauptabtheilungen den von d'Orbigny aufgestellten Etagen entsprechen, diess ist bereits oben S. 915 angegeben worden.

§. 427. *Vollständige und theilweise Ausbildung der Formation; petrographische Analogieen.*

Im vorhergehenden Paragraphen haben wir von der Eintheilung der Kreideformation gesprochen, ohne uns dabei auf die paläontologisehen und petrographischen Eigenschaften ihrer Glieder einzulassen. Da nun diese Eintheilung wesentlich auf den paläontologischen Eigenschaften beruht, weil sie nur selten in allgemeinen und einigermaassen constanten petrographischen Charakteren hervortritt, so würden wir eigentlich sofort zur Betrachtung der organischen Ueberreste der Formation überzugehen haben, um, nach einer allgemeinen Schilderung ihrer Fauna und Flora, die paläontologische Begründung ihrer vier Hauptabtheilungen zu erläutern. Indessen glauben wir vorher noch einige allgemeine Betrachtungen über die verschiedene Ausbildungsweise der Formation in den verschiedenen Regionen ihres Vorkommens vorausschicken zu müssen.

Eine ganz allgemein gehaltene petrographisch-paläontologische Schilderung der Formation nach ihren verschiedenen Etagen lässt sich nämlich, der Natur der Sache nach, bei dem Wechsel ihrer petrographischen Eigenschaften, und bei der wenigstens theilweisen Verschiedenheit ihrer Fossilien nicht füglich in abstracto geben. An die Stelle einer solchen allgemeinen Schilderung wird daher die Beschreibung einiger der bedeutenderen und genau erforschten Territorien treten müssen, welche uns gleichsam den Normaltypus der Formation erkennen lassen, worauf dann einige andere, von diesem Normaltypus mehr oder weniger abweichende Territorien zur Darstellung zu bringen sein werden. In jenen werden wir gewissermaassen das Hauptthema, in diesen einige der wichtigsten Variationen kennen lernen, an deren Composition die schaffende Natur während der cretacischen Periode gearbeitet hat. Diese

Betrachtungen bleiben aber zweckmässigerweise dem vierten Capitel vorbehalten.

Was zuvörderst die grössere oder geringere Vollständigkeit der Kreideformation betrifft, so sind es verhältnissmässig nur wenige Länder, in denen sie mit allen ihren vier Gliedern zur Entwickelung gelangt ist. Das südliche England und Nordfrankreich liefern ein paar ausgezeichnete Beispiele; auch in der Provence, im Dauphiné und in den angränzenden Gegenden von Piemont sind alle vier Glieder vorhanden.

Allein in den meisten ihrer Territorien hat die Formation nur eine partielle Entwickelung erlangt, indem sie nur zwei oder drei, ja bisweilen sogar nur eines ihrer Hauptglieder erkennen lässt. Diese theilweise Ausbildung der Formation in einzelnen ihrer Abtheilungen, mit Ausfall der übrigen, ist aus den verschiedenen Verhältnissen der Emersion und Submersion der betreffenden Regionen der Erdoberfläche während des Verlaufes der cretacischen Periode zu erklären, weshalb denn auch die Epochen, welche den Uebergang von einer Haupt-Abtheilung zur anderen bezeichnen, durch solche Ereignisse bestimmt worden sein mögen, welche in vielen Gegenden einen Wechsel von Land und Meer zur Folge hatten.

Am seltensten ist im Allgemeinen der Galt zur Ausbildung gelangt, wie er denn auch in den meisten Gegenden seines Vorkommens nur eine verhältnissmässig geringe Mächtigkeit besitzt, und, seiner Masse nach, als das unbedeutendste Hauptglied zu betrachten sein dürfte. Desungeachtet verleihen ihm seine organischen Ueberreste den Charakter einer selbständigen Abtheilung. Dagegen ist die Neocombildung nicht nur in mehren Gegenden Europas, sondern auch in manchen aussereuropäischen Ländern, wie z. B. in Daghestan und in Südamerika sehr verbreitet. Die allgemeinste Verbreitung dürfte unstreitig der Turonbildung zukommen, welche bald allein, bald in Begleitung der darauf folgenden Senonbildung, in Europa wie in Afrika und in Nordamerika eine sehr wichtige Rolle spielt.

Im östlichen Teutschland, namentlich in Sachsen, Böhmen, Schlesien und Mähren ist es die Turonbildung, welche sich in den mächtigen Massen des Quadersandsteins und Pläners niedergelegt findet, während dort bisher weder der Galt noch die Neocombildung nachgewiesen werden konnten*); weiter nördlich, in Pommern und auf Rügen, erscheint auch die Senonbildung als weisse Kreide. Im nordwestlichen Teutschland findet sich zwar in Hannover,

*) Mit Ausnahme einiger Gegenden in Mähren und Oesterreichisch-Schlesien, wo Hohenegger die Neocombildung erkannt hat.

Braunschweig und Westphalen die Neocombildung (oder Hilsformation), auch stellenweise, wie im Teutoburger Walde und bei Rheine, der Galt; aber auch dort ist es besonders die Turonbildung, welche die ausgedehnten Territorien an der Nordseite des Harzes und in Westphalen hauptsächlich constituirt, und über welcher erst im nördlichen Theile Westphalens und in Rheinpreussen auch die Senonbildung zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt zu sein scheint. Auch die in den Oesterreichischen Alpen so verbreiteten und vielfach discutirten Schichten der Gosauformation sind, nach den neuesten Untersuchungen von Reuss und Zekeli, entweder blos als turonische oder als turonisch und senonisch zugleich zu betrachten.

Wenn nun auch die Kreideformation in ihrer Totalität keine ganz bestimmte und überall wiederkehrende Aufeinanderfolge verschiedener Gesteine erkennen lässt, so hat es sich doch wenigstens in vielen ihrer Territorien als eine häufige Regel bestätigt, dass sie nach unten vorzugsweise aus sandigen und thonigen, nach oben dagegen vorzugsweise aus kalkigen Gesteinen besteht. Man hielt diess anfangs für eine so durchgreifende Regel, dass man in dem Namen Grünsand- und Kreideformation einen ziemlich allgemein giltigen Ausdruck für die Zusammensetzung der ganzen Formation gefunden zu haben glaubte. Obgleich nun die später erweiterten Beobachtungen die Allgemeingiltigkeit dieser Regel gar sehr besckränkt haben, so liegt doch in dem erwähnten Namen noch insofern eine gewisse Wahrheit, als die glaukonitführenden Gesteine lediglich in den unteren Etagen der Formation, bis hinauf in der Turonbildung, aufzutreten pflegen, während die eigentliche Kreide mit ihren Feuersteinen überall nur als ein Glied der Senonbildung erkannt worden ist.

Weitere petrographische Uebereinstimmungen dürften sich, nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse, in der Zusammensetzung der Kreideformation nicht allgemein geltend machen lassen, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass die Turonbildung in sehr vielen Gegenden als die hauptsächliche Niederlage der eigentlichen Kreidemergel, des Pläners und der Sandsteine charakterisirt ist.

Wo die Reihe der Sedimentformationen in den unmittelbar vorausgehenden Gliedern vorhanden ist, da ist die Kreideformation der Jura- oder der Wealdenformation aufgelagert, was theils mit concordanter, theils mit discordanter Lagerung Statt findet. In vielen Ländern ruht sie jedoch auf anderen, weit älteren, sedimentären, eruptiven oder primitiven Formationen auf, wobei denn die verschiedensten Lagerungsverhältnisse vorkommen können, und namentlich ein Uebergreifen der Kreideformation aus dem Gebiete der einen Formation in das verschiedener anderer Formationen zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehört.

Die Kreideformation zeigt oftmals über grosse Räume noch ihre ursprüngliche, fast horizontale Schichtenlage, indem sie sich in weit ausgedehnten Decken über allen älteren Formationen verbreitet; nicht selten aber lässt sie, bald nur an einzelnen Punkten und Strichen, bald in dem ganzen Bereiche ihrer Territorien, eine Aufrichtung, eine Faltung und Stauchung, ja selbst eine Ueberkippung ihrer Schichtensysteme, und mancherlei andere Störungen ihrer ursprünglichen Architektur erkennen. Alpen, Nordrand des Harzes, Teutoburger Wald, Landstrich von Oberau über Hohnstein bis Liebenau in Sachsen und Böhmen, Insel Wight, Möen.

Drittes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Kreideformation.

§. 428. *Allgemeine Betrachtung der cretacischen Flora und Fauna.*

Die Kreideformation unterscheidet sich durch ihre organischen Ueberreste sehr auffallend sowohl von der vorausgehenden jurassischen, als auch von der darauf folgenden ältesten tertiären Formation, obwohl in einigen ihrer oberen Etagen (wie z. B. in der Tuffkreide von Maestricht, im Pisolithenkalke, in den Gosauschichten) schon viele thierische Formen auftreten, welche sich, wenn auch nicht specifisch, so doch ihrem allgemeinen Habitus nach an tertiäre Formen anschliessen. Desungeachtet bietet uns in den Tertiärformationen „das gänzliche Verschwinden der Ammoneen, aller Belemniten, aller Rudisten, der Nerineen, Exogyren, und unter den Fischen das der Cestracionten und Hybodonten so wie vieler einzelner Geschlechter" eine scharfe paläontologische Gränze gegen die Kreide. Auch bildet das in der ältesten Tertiärbildung Süd-Europas, Süd-Asiens und Nord-Afrika's sofort beginnende massenhafte Auftreten der Nummuliten eine höchst auffallende Erscheinung, durch welche sich solche überall von der unterliegenden Kreideformation unterscheidet.

Was nun zuvörderst die allgemeinen paläontologischen Charaktere der Kreideformation überhaupt betrifft, so ist darüber besonders Folgendes zu bemerken.

I. Pflanzen.

In einer fast ausschliesslich auf dem Meeresgrunde gebildeten Formation lassen sich, wenigstens in grosser Verbreitung, nicht viele andere Pflanzenreste erwarten, als Fucoiden oder marine Algen; nur in der Nähe der Küsten des ehemaligen Kreidemeeres werden auch ein-

geschwemmte Landpflanzen mehr oder weniger häufig vorkommen. Auch sind schon manche Species von *Caulerpites*, *Münsteria*, *Keckia*, *Chondrites*, *Sphaerococcites*, *Cylindrites* und anderen Fucoiden-Geschlechtern nachgewiesen worden, obgleich einige, wie z. B. *Chondrites Targioni* und *Ch. intricatus*, welche sonst der Kreideformation zugerechnet wurden, später in die Nummulitenformation verwiesen worden sind.

Unter den Landpflanzen kennt man einige Farnkräuter, zumal aus dem Geschlechte *Pecopteris*, auch baumartige Farnstämme, Palmen und Cycadeen, (daher Göppert auf ein tropisches oder doch subtropisches Klima schliesst), besonders aber einige Cupressineen (darunter die im Quadersandstein und Pläner sehr verbreitete *Geinitzia cretacea*) und mehre Abietineen; ferner die Blätter von *Credneria*, einer sehr ausgezeichneten, bereits in mehren Species bekannten Form, welche Hampe mit *Coccoloba* vergleicht*), Blätter von Salicineen, Acerineen, und mancherlei andere, unbestimmte Phylliten und Karpolithen.

Einige der wichtigsten Fundorte cretacischer Pflanzen sind Niederschöna in Sachsen, Trziblitz und Schlan in Böhmen, Kieslingswalde in Schlesien, Blankenburg am Harze, Aachen in Rheinpreussen, Beauvais und le Mans, so wie die Insel d'Aix bei la Rochelle in Frankreich. Unter den Fucoiden ist besonders das Geschlecht *Cylindrites* von Interesse, weil die Steinkerne oder Abgüsse des *C. spongioides* im unteren Quadersandsteine Sachsens, Böhmens und Schlesiens ausserordentlich häufig und verbreitet sind. Nach Geinitz würden diese, für den unteren Quader sehr bezeichnenden Formen nicht von Pflanzen, sondern von einem Amorphozoen abstammen, welchen er *Spongites saxonicus* nennt.

II. Thiere.

Weit zahlreicher und manchfaltiger als die pflanzlichen sind die thierischen Ueberreste der Kreideformation, auf welchen daher die Erkennung der Formation überhaupt und die Unterscheidung ihrer einzelnen Etagen wesentlich beruht.

1. Infusorien oder Diatomeen. Ehrenberg hat in der weissen Kreide, noch mehr aber in den Kreidemergeln und Feuersteinen sehr viele Kieselpanzer von Infusorien nachgewiesen; als besonders wichtige Geschlechter sind *Xanthidium*, *Coscinodiscus*, *Gaillonella*, *Actinocyclus*, *Dictyocha* und *Navicula* zu nennen, deren Schalen ziemlich häufig vorkommen, desungeachtet aber wohl nicht als Leitfossilien gelten können.

2. Amorphozoën. Sie erscheinen in grosser Menge und Manchfaltigkeit, so dass nächst der Juraformation die Kreideformation als die

*) Botanische Zeitung, 1850, S. 160.

Hauptniederlage vorweltlicher Spongiten zu betrachten ist. In der Neocombildung und im Galt kennt man nur wenige; dagegen sind die unteren Etagen der Turonbildung (d'Orbigny's *Cénomanien*) und die Senonbildung als die eigentliche Heimath der cretacischen Amorphozoën zu betrachten.

Dort finden sich viele Species von *Manon*, *Siphonia* und *Scyphia*, von *Coscinopora*, *Guettardia*, *Ventriculites*, *Choanites*, *Coeloptychium*, und zahlreiche andere Spongiten, welche Alc. d'Orbigny unter besonderen generischen Namen eingeführt hat.

3. Foraminiferen. Die zierlichen, meist mikroskopischen Schalen dieser Thiere sind es, welche nach Ehrenbergs Untersuchungen einen sehr wesentlichen Antheil an der Bildung der weissen Kreide nehmen (S. 932) und auch in den Mergeln der Kreideformation, theils in mikroskopischen, theils in grösseren Formen sehr häufig auftreten. Schon die Neocombildung ist nicht arm an ihnen; weniger häufig erscheinen sie im Galt; besonders reich aber sind die Turonbildung (zumal in ihren unteren Etagen) und die Senonbildung, also diejenigen beiden Abtheilungen der Formation, welche als die gewöhnliche Heimath der Kreidemergel und der weissen Kreide zu betrachten sind. Unter den grösseren Foraminiferen gewinnen die Orbituliten deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil sie früher oft mit Nummuliten verwechselt worden sind und dadurch die Angaben veranlasst haben, dass auch in cretacischen Schichten Nummuliten vorkommen.

4. Korallen. Während in der Neocombildung nicht wenige, im Galt aber nur einige kleinere Formen bekannt sind, so finden sich besonders in der Turonbildung und Senonbildung aus vielen Geschlechtern und Species zahlreiche Ueberreste von Korallen, welche zwar gewöhnlich an einzelnen Localitäten, jedoch nur selten zu eigentlichen Korallenbänken angehäuft sind.

Die Geschlechter *Trochocyathus*, *Ellipsosmilia*, *Placosmilia*, *Trochosmilia*, *Montlivaltia*, *Microbacia*, *Astrocoenia*, *Phyllocoenia*, *Cryptocoenia*, *Stephanocoenia*, *Synastraea*, *Polytrema*, *Maeandrina*, *Cyclolites* und *Diploctenium* sind vorzüglich vertreten. — Als einige der wichtigsten Fundorte von Korallen sind Essen in Westphalen, Faxöe in Seeland, Maestricht, besonders aber viele Gegenden in Frankreich zu nennen, wie Chenay (Yonne), le Mans (Sarthe), Isle d'Aix und Isle Madame an der Westküste bei la Rochelle, Uchaux (Vaucluse), Martigues (Bouches du Rhône) u. a.

5. Echinodermen. Die Krinoiden, Ophiuriden und Asteriaden werden nur durch wenige Formen vertreten; doch lassen sich unter den ersteren *Apiocrinus* (oder *Bourguetocrinus*) *ellipticus* und *Marsupites ornatus* als ein paar Leitfossilien des Kreidemergels und der Kreide

betrachten. Die Echiniden aber erscheinen in einer äusserst reichhaltigen Entwickelung der Geschlechter, Species und Individuen. Besonders zu erwähnen sind die Geschlechter *Cidaris*, *Salenia*, *Cyphosoma*, *Arbacia*, *Discoidea*, *Galerites*, *Nucleolites*, *Pyrina*, *Cassidulus*, *Catopygus*, *Hemiaster*, *Micraster*, *Toxaster*, *Holaster* und *Ananchytes*, welche grossentheils der Kreideformation ganz ausschliesslich angehören und in einer bedeutenden Anzahl von Species auftreten.

6. Bryozoën. Auch die zierlichen, korallenähnlichen Ueberreste der Bryozoën spielen in der Kreideformation eine wichtige Rolle; namentlich sind die weisse Kreide und deren Feuersteine so wie die Tuffkreide von Maestricht sehr reich daran, wogegen die Neocombildung und der Galt nur wenige hierher gehörige Formen aufzuweisen haben.

Eine besondere Wichtigkeit erlangen unter den Eschariden die Geschlechter *Cellaria*, *Vincularia*, *Eschara*, *Escharites*, *Siphonella*, *Cellepora* (und seine verschiedenen Subgenera) und *Lunulites*; unter den Tubuliporiden *Tubulipora*, *Cresina*, *Truncatula*, *Cricopora*, *Pustulipora* und *Retepora* mit seinen verwandten Geschlechtern; unter den Cerioporiden *Defrancia*, *Zonopora*, *Ceriopora* und *Spinipora*.

7. Brachiopoden. Noch begegnen wir zahlreichen Species aus dem durch alle Formationen hindurchgehenden Geschlechte *Terebratula*, zu welchem auch *Rhynchonella*, *Terebratella* und andere Subgenera gehören, während die der Kreideformation ausschliesslich oder doch vorzugsweise angehörenden Geschlechter *Magas*, *Thecidea* und *Crania* nur in wenigen Species vorhanden sind.

8. Rudisten. Diese ganz eigenthümliche und völlig ausgestorbene Familie des Thierreiches ist lediglich auf die Kreideformation beschränkt, in welcher ihre Ueberreste nicht selten in erstaunlicher Menge angehäuft sind. Besonders sind es die beiden Geschlechter *Hippurites* und *Radiolites*, welche oft ganze Schichten zusammensetzen, in denen ihre Individuen, wie Korallenstämme, dicht gedrängt neben einander stehen. So bilden sie die eigentlichen Hippuriten- und Radioliten-Kalksteine, welche ganz vorzüglich im Gebiete der Turonbildung auftreten, obwohl sie auch schon in der Neocombildung und noch in der Senonbildung bekannt sind.

Alcide d'Orbigny unterscheidet daher vier sogenannte Rudistenzonen, welche in verschiedenen Niveaus liegen, indem die erste der Neocombildung, die zweite und dritte der unteren und oberen Turonbildung (dem *Cénomanien* und *Turonien*), und die vierte der Senonbildung angehört. Als die wichtigsten Geschlechter dieser, die Kreideformation in allen Fällen bezeichnenden Familie sind, ausser *Hippurites* mit 12, und *Radiolites* mit

41 Species, noch *Caprotina* (24 Sp.), *Caprina* (4), *Biradiolites* (5) und *Ichthyosarcolithus* (2 Sp.) namhaft zu machen.

9. Conchiferen. Sie sind sehr zahlreich vertreten; eine vorzügliche Wichtigkeit erlangen, durch die grosse Anzahl von charakteristischen Species, die Geschlechter *Ostrea*, *Exogyra*, *Spondylus*, *Pecten* mit *Janira*, *Lima*, *Inoceramus*, *Trigonia*, *Cardium*, *Arca* und *Nucula;* auch viele andere Geschlechter, wie *Perna*, *Plicatula*, *Pholadomya*, *Corbis*, haben einzelne, zum Theil sehr bezeichnende Species geliefert.

10. Gasteropoden. Aus dieser Abtheilung der Mollusken sind im Allgemeinen verhältnissmässig wenigere Formen zu erwähnen, obgleich die obere Kreideformation in gewissen Territorien auch an ihnen recht reich befunden worden ist. Besonders hervorzuheben sind etwa die Geschlechter *Dentalium*, *Rostellaria*, *Natica*, *Solarium*, *Pleurotomaria*, *Actaeonella*, *Nerinea* und *Turritella;* dazu gesellen sich in einigen Territorien oder Etagen viele Species von Geschlechtern, welche man ausserdem nur in tertiären Bildungen häufiger anzutreffen gewohnt ist, z. B. von *Voluta*, *Pyrula*, *Fusus* und *Cerithium*, was mitunter zu falschen Deutungen Veranlassung gegeben hat (Gosauschichten, Pisolithenkalk), aber natürlich hier, am Ende der Secundärformationen, nicht weiter befremden kann.

11. Cephalopoden. Eine ganz vorzügliche Bedeutung gewinnt in der Kreideformation die Familie der Ammoneen, welche hier die grösste Manchfaltigkeit ihrer Entwickelung, aber auch zugleich ihr Ende erreicht hat; denn höher aufwärts, in den tertiären Formationen und weiterhin, ist noch niemals ein Ammonit, oder überhaupt eine den Ammoneen angehörige Form gesehen worden; ja, die eigentlichen Ammoniten werden schon in der weissen, feuersteinreichen Kreide gänzlich vermisst. Dagegen ist in den tieferen Etagen, und namentlich in der unteren Kreideformation ihre Anzahl noch sehr gross; zu ihnen gesellen sich nun aber jene merkwürdigen Geschlechter, welche theils noch in einer Ebene, jedoch mit abstehenden Umgängen, oder nur bogenförmig, oder auch in zwei entgegengesetzten Richtungen, theils spiral-schraubenförmig aufgewunden, theils nur hakenförmig gekrümmt, theils auch ganz geradlinig ausgestreckt sind. Alle diese, von den eigentlichen Ammoniten so abweichenden Formen, zu denen die Geschlechter *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Toxoceras*, *Scaphites*, *Turrilites*, *Hamites*, *Ptychoceras* und *Baculites* gehören, sind mit wenigen Ausnahmen ein so ausschliessliches Eigenthum der Kreideformation, dass sie als höchst charakteristische cretacische Fossilien gelten müssen. — Auch das Geschlecht *Nautilus* ist noch in mehren Species vorhanden, die Belemni-

ten aber erscheinen, wenn auch minder zahlreich als in der jurassischen Formationsgruppe, so doch noch häufig genug, und zum Theil in ganz eigenthümlichen Formen.

12. Gliederthiere. Aus dieser Abtheilung des Thierreiches erlangen die Cirripeden hier zuerst*) einige Wichtigkeit, indem die beiden Geschlechter *Scalpellum* und *Pollicipes* mit ziemlich vielen Arten in der Kreideformation bekannt sind. Von Crustaceen verdienen viele Cytherinen und einige Dekapoden oder Krebse genannt zu werden, von welchen letzteren namentlich ein paar Species von *Astacus* und *Callianassa* (jetzt *Enoploclytia* und *Mesostylus*) eine ziemliche Verbreitung gewinnen, während andere Krebse nur mehr an einzelnen Fundorten vorgekommen sind. Von Würmern sind es besonders mehre Species des Geschlechtes *Serpula*, deren Ueberreste nicht selten angetroffen werden.

13. Fische. Mit Ausnahme eines Vogels sind die Fische und die Reptilien diejenigen beiden Classen der Wirbelthiere, aus denen bis jetzt allein Ueberreste in der Kreideformation nachgewiesen wurden. Doch ist die Zahl der cretacischen Fische jetzt nicht mehr so gross, seitdem die bekannten fischreichen Schiefer von Glarus der Nummulitenformation zugewiesen worden sind. Die Geschlechter *Corax*, *Odontaspis*, *Oxyrhina*, *Otodus*, *Ptychodus*, *Macropoma*, *Osmeroides*, *Staurocephalus*, *Enchodus* und *Beryx* dürften als diejenigen zu betrachten sein, deren Ueberreste bis jetzt am häufigsten vorgekommen sind. Zähne und Schuppen bilden bei weitem den gewöhnlichsten Bestand dieser Reliquien.

14. Reptilien. Zwar weniger zahlreich, als in der Lias- und Juraformation, sind doch auch in der Kreideformation die Ueberreste von mancherlei Reptilien gefunden worden. Das Geschlecht *Mosasaurus* mit seinen 6 bis 7 Species gehört ihr ausschliesslich an, eben so das Genus *Polyptychodon* und einige andere, zum Theil nur in einzelnen Fragmenten bekannte Geschlechter. Auch scheinen die Pterodaktylen während der cretacischen Periode wenigstens die grössten Dimensionen erlangt zu haben. Einige Schildkröten sind gleichfalls nachgewiesen worden.

Aus der von Bronn mitgetheilten Zusammenstellung ergiebt sich, dass im Jahre 1851 in den verschiedenen Schichten der Kreideformation von Pflanzen 113 Species in 52 Geschlechtern, von Thieren aber 5138 Species in 545 Geschlechtern bekannt waren. Von diesen letzteren kommt die grösste Zahl auf

*) Sollte sich die von Alcide d'Orbigny wiederum aufgenommene Ansicht bestätigen, dass die noch räthselhaften Formen des Genus *Aptychus* von Lepadiden, ähnlich der *Anatifa*, abstammen, dann würden freilich die Cirripeden viel früher zu einer grossen Bedeutung gelangt sein.

die Mollusken, nämlich 3101 Species in 195 Geschlechtern, und die nächst grössere Zahl auf die Phytozoën, nämlich 1610 Species in 240 Geschlechtern, darunter 990 Korallen, 273 Amorphozoën und 320 Echinodermen.

§. 429. *Wichtigste Leitfossilien der Neocombildung und des Galt.*

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass einige Species fast durch die ganze Kreideformation hindurchgehen, und dass nicht wenige Species in zwei oder drei Haupt-Abtheilungen zugleich vorhanden sind*), wie denn namentlich die Turonbildung und die Senonbildung eine grosse Anzahl von gemeinschaftlichen Species zu beherbergen scheinen. Desungeachtet aber werden doch die vier Hauptgruppen der Formation durch viele, ihnen ganz eigenthümliche Fossilien charakterisirt, von welchen auch die meisten so allgemein und so zahlreich ausgebildet sind, dass sie mit allem Rechte als Leitfossilien zur Erkennung und Unterscheidung jener Gruppen benutzt werden können. Dass nun hierbei den Phytozoën und Mollusken, ihres besonders häufigen Vorkommens wegen, eine vorzügliche Berücksichtigung gebührt, diess bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, weil die weit seltener vorkommenden Ueberreste von Gliederthieren und Wirbelthieren überhaupt nur wenige Leitfossilien bieten.

Indem wir nun im Folgenden versuchen wollen, die wichtigeren Leitfossilien hervorzuheben, werden wir besonders auf diejenigen Rücksicht nehmen, welche auf den Tafeln 47 bis 60 unseres Atlas abgebildet worden sind. Der Raum-Ersparniss wegen werden die Numern der Tafeln in arabischen Ziffern ausgedrückt.

A. Wichtigste Fossilien der Neocombildung.

Korallen und Bryozoën. Von den hierher gehörigen Fossilien, welche Alcide d'Orbigny und A. Römer anführen, wollen wir nur folgende namhaft machen, die sowohl in Frankreich als auch in Teutschland vorkommen:

Astraea Leunissii Röm. = *Synastraea Leun. Edw.*
Anthophyllum explanatum Röm. = *Polyphyllia expl. Orb.*
Ceriopora arborea Dunk.
. *tuberosa Röm.* = *Polytrema tuberosum***) *Orb.*

Echinodermen. Aus dieser Classe sind es besonders einige Echiniden, deren Ueberreste als sehr wichtige Leitfossilien der Neocombildung gelten müssen; dahin gehören vor allen:

Toxaster complanatus Ag. 47, 1 = *Spatangus retusus Lam.* überall in den unteren Etagen der Neocombildung.
Pyrina pygaea Des. 47, 2; Frankreich, Schweiz, Teutschland.

*) Vergl. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 18 und 19.

**) Das Wort *Polytrema* ist nothwendig ein Neutrum.

Discoidea macropyga **Ag.** 47, 3, = *Holectypus macr.* **Des.** eben so verbreitet.

Diadema rotulare **Ag.** 47, 4, häufig in Frankreich und in der Schweiz.

Cidaris clunifera **Ag.** 47, 5, Stacheln, sehr verbreitet.

. *punctata* **Röm.** 47, 6, = *Cid. vesiculosa* **Ag.** non **Goldf.** noch häufiger.

Holaster L'Hardii **Dub.** ist gleichfalls ein sehr verbreitetes Fossil, wie denn auch mehre Species von *Nucleolites*, *Pygurus*, *Peltastes* vorkommen.

Rudisten. Die oberen Etagen der Neocombildung sind in mehren Ländern, wie in Frankreich, Savoyen, in der Schweiz und auch in England durch das Auftreten von Caprotinen ausgezeichnet, welche in Frankreich und Savoyen, zugleich mit ein paar Species von *Radiolites* u. *Caprinella* d'Orbigny's erste Rudistenzone bilden; die beiden wichtigsten Species sind:

Caprotina ammonia **d'Orb.** 47, 7, = *Requienia amm.* **d'Orb.** = *Chama amm.* **Goldf.**; äusserst charakteristisch; das von d'Orbigny gegebene und bereits auf die Hälfte reducirte Bild ist in unserer Figur 7 abermals halb verkleinert, weshalb eigentlich $^1/_4$ statt $^1/_2$ dabei stehen müsste.

. *Lonsdalii* **d'Orb.** 47, 8, = *Requienia carinata* **Math.** = *Diceras Lonsdalii* **Sow.**

Brachiopoden. Hier sind es mehre Terebratula-Species, welche als Leitfossilien wichtig werden; zu ihnen gesellen sich noch ein paar andere aus höheren Etagen.

Terebratula diphya **Buch** 42, 13; diese jurassische Terebratel kommt auch in der Neocombildung vor, von wo sie Alcide d'Orbigny als *T. diphyoides* aufführt.

. *faba* **Sow.** 47, 9; Frankreich, England, Teutschland.

. *oblonga* **Sow.** 47, 10, = *Terebratula oblonga Orb.*; nach v. Strombeck variirt sie sehr, wie auch die vier Figuren *a*, *b*, *c* und *d* zeigen, von welchen die letzte einen Uebergang in *T. Puschiana* darstellt.

. *semistriata* **Defr.** 47, 11.

. *Puschiana* **Röm.** 47, 12, = *T. reticulata d'Orb.*; ist nach v. Strombeck nur eine Varietät von *T. oblonga.*

. *tamarindus* **Sow.** 47, 13.

. *praelonga* **Sow.** 47, 14, ist im Profil sehr schmal.

. *depressa* **Sow.** 47, 15, = *Rhynchonella depr. d'Orb.*

. *lata* **Sow.** 47, 16, = *Rhynchonella lata d'Orb.*

. *sella* **Sow.** < 56, 10; häufig.

Conchiferen. Sie liefern mehre sehr ausgezeichnete Formen, welche zum Theil im hohen Grade charakteristisch für die Neocombildung sind; dahin gehören besonders *Exogyra Couloni*, *Pecten crassitesta*, *Perna Mulleti* und *Pholadomya elongata*, zu denen sich noch manche andere Formen gesellen.

Ostrea macroptera **Sow.** 47, 17, verkleinert.

Exogyra Couloni **d'Orb.** 47, 18, = *Exog. sinuata Sow.*; verkleinert.

Pecten crassitesta **Röm.** 48, 1, wird fast dreimal grösser.

Pecten striatopunctatus Röm. 48, 2; bei *a* die Streifung der Schale vergrössert.

Janira atava d'Orb. ist sehr ähnlich, wo nicht identisch, mit *Janira quinquecostata* 57, 12.

Plicatula placunea Lam. < 50, 8; auch im Galt.

Gervillia anceps Desh. 48, 3; wird dreimal grösser.

Perna Mulleti Desh. 48, 4; verkleinert, bei *a* Fragment mit Schlossrand von innen.

Lima Carteroniana d'Orb. 48, 5.

. . . *Tombeckiana* d'Orb. 48, 6.

Pholadomya elongata Münst 48, 7, verkleinert.

Trigonia longa Ag. 48, 8, junges Exemplar.

. *caudata* Ag. 48, 9.

Thetis minor Sow. < 50, 10, im untern Grünsand, auch im Galt.

Arca Gabrielis d'Orb. 48, 10, verkleinert; Frankreich, England, Südamerika.

Corbis corrugata d'Orb. 48, 11, Steinkern in zwei Ansichten.

Corbula striatula Sow. < 50, 14, auch im Galt; sonst *C. cordiformis*.

Cardium peregrinum d'Orb., sehr ähnlich dem *C. Hillanum* 58, 16.

Gasteropoden. Die Zahl der Gasteropoden ist weit geringer, als die der Conchiferen, und unter ihnen giebt es nur wenige, die als Leitfossilien gelten können; einige der wichtigsten sind die folgenden:

Natica sublaevigata d'Orb. 48, 12.

. . . . *gaultina* d'Orb. und *Natica Clementina* d'Orb., welche auf Taf. 51, Fig. 15 und 16 abgebildet sind, scheinen auch in der Neocombildung vorzukommen.

Pleurotomaria neocomensis d'Orb. < 48, 13; geht in den Galt, und vielleicht noch höher hinauf.

Rostellaria Robinaldina d'Orb. 48, 14, etwas verkleinert.

Pteroceras Pelagi Brong. 48, 15; 1/6 der wirklichen Grösse, indem d'Orbigny's Originalbild, welches in der Figur auf 1/3 verkleinert ist, schon auf die Hälfte der natürlichen Grösse reducirt war.

Cephalopoden. Sie sind sehr zahlreich, und erscheinen z. Th. in ganz merkwürdigen Formen, wie *Ptychoceras*, *Ancyloceras*, *Crioceras*, *Toxoceras*, welche der Neocombildung eigenthümlich sind; von Ammoniten führt d'Orbigny nicht weniger als 84 Species auf. Unter den Belemniten sind die sehr comprimirten Species besonders auffallend. Bei der Auswahl der Bilder haben wir so weit als möglich auch die von v. Hauer in den Alpen und von De Zigno in Oberitalien hervorgehobenen Species berücksichtigt.

Ptychoceras Emericianus d'Orb. 49, 1, wird grösser.

Baculites neocomensis d'Orb. 49, 2, ein Fragment und die Ansicht einer Kammerwand, welche nur vier Loben und Sattel zeigt, was diese Species auszeichnet.

Ancyloceras pulcherrimus d'Orb. 49, 3, halb verkleinert; nach d'Orbigny kommen noch 18 andere Species vor, unter denen sich

auch die sogleich als *Crioceras Emerici* aufgeführte Form befindet.

Crioceras Duvalii Leveillé 49, 4, sechsmal verkleinert, oder vielmehr der innere Theil eines sechsmal grösseren Exemplars.

. *Emerici* d'Orb. 49, 5, die inneren Windungen eines viermal grösseren Exemplars; neuerdings wird diese Form von d'Orbigny als *Ancyloceras Emerici* aufgeführt.

Scaphites Ivanii Puzos 49, 6, halb verkleinert.

Ammonites radiatus Brug. 49, 7, halb verkleinert, = *A. asper*, äusserst verbreitet.

. *cryptoceras* d'Orb. 49, 8, halb verkleinert.

. *Grasianus* d'Orb. 49, 9, verkleinert, höchst bezeichnend.

. *Astierianus* d'Orb. 49, 10, halb verkleinert; in der Provence und Schweiz, in Braunschweig, im Biancone Italiens.

. *semistriatus* d'Orb. 49, 11, = *A. Thetys* d'Orb. häufig.

. *tatricus* Pusch > 45, 9, wird häufig auch aus der Neocombildung angegeben.

. *Leopoldinus*, *A. difficilis*, *A. Dumasianus* und andere sind ebenfalls recht verbreitete Species.

Nautilus pseudoelegans d'Orb. 49, 12, ein junges Exemplar; die ausgewachsenen sind viel grösser; sehr verbreitet.

Belemnites subfusiformis Rasp. 49, 13.

. *bipartitus* Cat. 49, 14.

. *subquadratus* Röm. 49, 15.

. *latus* Blainv. 49, 16.

. *dilatatus* Blainv. 49, 17, höchst charakteristisch.

B. Wichtigste Fossilien des Galt.

Korallen. Unter den wenigen Korallen, welche man bis jetzt im Galt kennen gelernt hat, verdient fast nur der kleine *Trochocyathus conulus* Edw. als eine, sowohl in Frankreich wie auch in England bekannte Form genannt zu werden, welche aber wohl auch noch in der Turonbildung vorkommt.

Foraminiferen. Hier ist vor allen die auf Taf. 54, Fig. 2 abgebildete *Orbitulina lenticularis* d'Orb. (oder *Orbitulites lenticularis* Bronn) zu nennen, welche im Galt bei Bellegarde, in den schwarzen Kalksteinen von Appenzell und in anderen Gegenden der Alpen sehr häufig vorkommt.

Echinodermen. Von ihnen erlangen einige im südöstlichen Frankreich und in der Schweiz vorkommende Echiniden eine ziemliche Wichtigkeit, wie insbesondere die nachstehend genannten:

Tetragramma Brongniarti Ag. 50, 1 = *Diadema Brong.* Ag.

Holaster laevis Ag. 50, 2.

Discoidea rotula Ag. 50, 3.

Galerites castanea Ag. 50, 4.

Micraster oblongus Ag. soll gleichfalls nicht selten sein.

Brachiopoden. Es sind nur einige Species von *Terebratula* zu erwähnen, welches Geschlecht hier weniger als in der Neocombildung vertreten

zu sein scheint, das Maximum seiner Entwickelung aber erst höher aufwärts erlangt hat.

Terebratula Dutempleana d'Orb. 50, 5, bei *a* und *b* junge Individuen.
. *Astieriana d'Orb.* 50, 6, = *Terebratella Ast. d'Orb.*
. *sulcata Park.* 50, 7, = *Rhynchonella sulc. d'Orb.*
. *sella Sow.* >< 56, 10, soll auch im Galt vorkommen.

Rudisten sind bis jetzt im Galt noch nicht beobachtet worden.

Conchiferen. Besonders wichtig und sehr bezeichnend für den Galt sind *Plicatula placunea* und *radiola*, *Inoceramus sulcatus* und *concentricus*, *Ostrea aquila* und *Trigonia aliformis*; dazu gesellen sich noch einige andere Formen, so dass überhaupt etwa folgende hervorzuheben sein dürften:

Plicatula placunea Lam. > 50, 8, *a* von oben, *b* von unten, *c* ein jüngeres Exemplar.
. *radiola Lam.* 50, 9.
Thetis minor Sow. > 50, 10; Steinkern, bei *a* ein Stück Schale vergrössert.
Pecten Dutemplei d' Orb. 50, 11.
. . . . *orbicularis Sow.* < 57, 7, auch in der Turonbildung.
Janira albensis d'Orb. ist sehr ähnlich der *Jan. quinquecostata* 57, 12.
Panopaea inaequivalvis d'Orb. 50, 12, = *Myopsis inaeq. Ag.*
. *plicata d'Orb.* ist sehr ähnlich der *P. gurgites* 58, 23.
Corbula elegans Sow. 50, 13, vergrössert.
. *striatula Sow.* > 50, 14, desgleichen.
Inoceramus sulcatus Park. 50, 15, wird auch grösser.
. *concentricus Park.* 50, 16, wird viel grösser.
Ostrea aquila d'Orb. 51, 1, dreimal verkleinert.
. . . . *lateralis Nilss.* < 56, 16, zweifelhaft.
Nucula bivirgata Fitt. 51, 2, vergrössert.
. . . . *subrecurva Phill.* 51, 3, vergrössert.
. . . . *ovata Mant.* 51, 4.
. . . . *pectinata Sow.* < 51, 5, Schale und Steinkern.
Arca fibrosa d'Orb. < 51, 6, = *Cucullaea fibr. Sow.* und *Cuc. glabra Sow.*
. . . *carinata Sow.* < 51, 7.
Cardita tenuicosta d'Orb. 51, 8, = *Venericardia ten. Sow.*
Trigonia aliformis Park. 51, 9.

Gasteropoden. Die Anzahl derselben ist ziemlich bedeutend, doch scheinen nur wenige eine grosse Verbreitung zu erlangen; einige der wichtigsten Formen sind:

Dentalium decussatum Sow. < 51, 10; bei *a* das Ende von der concaven Seite angesehen.
Avellana incrassata d' Orb. < 51, 11, jetzt *Av. subincrassata d'Orb.* Steinkern.
Rostellaria Parkinsoni d'Orb. 51, 12, jetzt von d'Orbigny als *R. costata Mich.* aufgeführt.
. *calcarata Sow.* < 59, 8.
. *carinata Mant.* kommt ebenfalls in Frankreich und England vor.

Cerithium aptiense d'Orb. 51, 13, = *C. tuberculatum Forb.* vergrössert.
Pleurotomaria gurgitis d'Orb. 51, 14, jetzt = *Pl. Gibsii d'Orb.*
Natica gaultina d'Orb. 51, 15, = *N. canaliculata Sow.?*
. . . . *Clementina d'Orb.* 51, 16.
Solarium ornatum Fitt. 51, 17.
. *moniliferum Mich.* 51, 18.
. *conoideum Fitt.* 51, 19.
Scalaria Clementina d'Orb. 51, 20.
. *Dupiniana d'Orb.* < ist der vorigen sehr ähnlich, jedoch viel dicker, und kommt auch im Pläner vor.

Cephalopoden. Sie erscheinen noch in grosser Anzahl und Manchfaltigkeit. Alcide d'Orbigny giebt 82 Species von Ammoniten an; dazu gesellen sich mehre Species von *Ancyloceras*, *Helicoceras*, *Turrilites* und *Hamites*, welche letzteren besonders bezeichnend sind. Von *Nautilus* sind nicht viele Species bekannt, unter welchen *N. plicatus Sow.* und *N. Clementinus d'Orb.* die gewöhnlichsten sein dürften; das Geschlecht *Belemnites* wird nur durch ein paar Species vertreten. Einige der wichtigsten Formen sind:

Turrilites catenatus d'Orb. 52, 1, Fragment.
. *Bergeri Brong.* < 52, 2, desgleichen.
Hamites attenuatus Sow. < 52, 3, bei *a* eine Kammerwand.
. *alternatus Phill.* 52, 4, *a* Querschnitt und Kammerwand.
. *virgulatus Brong.* 52, 5, Fragmente, *a* von der Rückenseite, *b* von der Bauchseite.
. *rotundus Sow.* < 52, 6.
Ancyloceras; die meisten dieser Formen sind sonst als Hamiten aufgeführt worden; die wichtigsten Species dürften *A. Matheronianus*, *A. gigas* und *A. simplex* sein.
Ammonites splendens Sow. < 52, 7.
. *Lyellii Leym.* 52, 8, verkleinert.
. *Beudanti Brong.* 52, 9.
. *Milletianus d'Orb.* 52, 10.
. *mamillatus Schloth.* 52, 11, wird viel grösser.
. *fissicostatus Phill.* 52, 12.
. *interruptus d'Orb.* 52, 13, = *A. Delucii Brong.* wird über viermal grösser im Durchmesser.
. *inflatus Sow.* 52, 14, wird doppelt so gross und darüber.
. *Nisus d'Orb.* ist ebenfalls in Frankreich und England bekannt.
Belemnites minimus List. 52, 15, ist fast der einzige sehr charakteristische Belemnit des Galt.

§. 430. *Wichtigste Leitfossilien der Turonbildung und Senonbildung.*

Die obere Kreideformation ist zwar im Allgemeinen viel reicher an organischen Ueberresten, als die untere; allein die paläontologische Sonderung ihrer beiden Abtheilungen bleibt noch immer mit manchen

Schwierigkeiten verbunden; denn obgleich Alcide d'Orbigny in seiner bewunderungswerthen Bearbeitung der französischen Kreideformation die Bahn gebrochen hat, so können doch seine Angaben über die ausserhalb Frankreich liegenden Territorien nicht immer ganz zuverlässig sein; auch scheinen selbst über die Deutung mancher französischen Etagen noch hier und da Zweifel obzuwalten. Bei der Zusammenstellung unserer Tafeln hielten wir es daher für gerathen, die sämmtlichen aus der oberen Kreideformation ausgewählten Fossilien in zoologischer Anordnung auf einander folgen zu lassen, und ihr gewöhnliches Vorkommen in den unteren, mittleren oder oberen Etagen durch die ihren Namen beigesetzten Zeichen ⊥, + und ⊤ anzudeuten. Erst später gelangten wir zu der Ueberzeugung, dass es für eine allgemeinere Uebersicht doch wohl zweckmässiger sein dürfte, die Cenomanbildung und Turonbildung zu vereinigen, und also nur zwei Haupt-Abtheilungen zur Unterscheidung zu bringen. Um nun in dem nachfolgenden Verzeichnisse die vorwaltende Stellung der Species in diesen beiden Abtheilungen einigermaassen ersichtlich zu machen*), dazu wollen wir die Namen derjenigen Species, welche entschieden turonisch in der weiteren Bedeutung des Wortes, und zwar grossentheils unterturonisch (oder cenomanisch) sind, ohne weiteres Vorzeichen einführen, dagegen den Namen derjenigen Species, welche turonisch und senonisch zugleich (also oberturonisch und untersenonisch, oder auch unsicher) sind, einen Stern (*), und den Namen der ausschliesslich senonischen (und insbesondere obersenonischen) Species ein Kreuz (†) vorsetzen.

Bei dieser Sonderung haben wir uns vorzüglich die ausführliche tabellarische Uebersicht zum Anhalten dienen lassen, welche Geinitz in seinem verdienstlichen Werke: Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland, 1849—1850, mitgetheilt hat. Dass auch von uns die teutschen und insbesondere die sächsich-böhmischen Kreideterritorien vorzugsweise berücksichtigt worden sind, diess bedarf wohl in einem teutschen Lehrbuche keiner Entschuldigung; und daher erklärt es sich, warum auf unsern Tafeln die turonischen Formen sehr vorwalten, und nur wenige exclusiv senonische Formen erscheinen.

Die Schwierigkeiten einer Sonderung der beiden oberen Haupt-Abtheilungen der Kreideformation werden übrigens auch von d'Archiac anerkannt,

*) Wir sagen ausdrücklich: „die vorwaltende Stellung einigermaassen ersichtlich zu machen", denn Schwankungen und Unsicherheiten bleiben immer noch übrig. Es kann nur die Aufgabe eines tüchtigen Paläontologen sein, mehr Sicherheit und Festigkeit in diese Unterscheidungen zu bringen. Da ich weder Paläontolog, noch durch reiche Sammlungen und literarische Hilfsmittel begünstigt bin, so glaube ich wenigstens bei manchen Paläontologen auf eine nachsichtige Beurtheilung rechnen zu können.

und man kann wohl behaupten, dass die Turonbildung und die Senonbildung im Allgemeinen durchaus nicht so scharf paläontologisch charakterisirt sind, wie die Neocombildung und der Galt, dass diess nur für ihre extremen Etagen, d. h. für die unteren turonischen und oberen senonischen Schichten der Fall ist, während die oberen turonischen und die unteren senonischen Schichten sehr viele Formen gemein haben.

Leitfossilien der Turonbildung und Senonbildung.

Amorphozoën. Sie kommen sowohl in der Turon- als auch in der Senonbildung in vielen Geschlechtern und Species vor, von denen wir nur beispielsweise folgende auswählen:

* *Manon Phillipsii Reuss* 53, 1, ein Viertel des ganzen Schwammes; ist = *Chenendopora marginata Mich.*

. . . . *peziza Goldf.* 53, 2.

Siphonia piriformis Sow. 53, 3, der Stiel nur angedeutet; kommt viel grösser und länger gestreckt vor; = *Siph. ficus Goldf.*

. *cervicornis Goldf.* 53, 4, ein Fragment; sonst ästig und oft gross.

. *pertusa Reuss* 53, 5, halb verkleinert.

* *Tragos globularis Reuss* 53, 6, bei *a* stark vergrösserte Oberfläche; ist = *Ceriopora pisum Reuss* und *Coscinopora globularis Orb.*

† *Scyphia fungiformis Goldf.* 53, 7, verkleinert; = *Camerospongia fungif. Orb.*

* *radiata Reuss* 53, 8, untere Seite sechsmal verkleinert, ist = *Ventriculites radiatus Mant.* und = *Scyphia Oeynhausenii Goldf.*

. *angustata Röm.* 53, 9, = *Amorphospongia ang. Orb.*

. *infundibiliformis Goldf.* 53, 10, auf 1/3 verkleinert.

. *subreticulata Münst.* 53, 11, das untere Ende eines Exemplars.

. *heteromorpha Reuss* 53, 12, ein Fragment.

. *Zippei Reuss* 53, 13, ein Fragment; = *Coscinopora Zip. Orb.*

. *isopleura Reuss* 53, 14, ein Fragment; = *Coscinopora isopl. Orb.*

Korallen. Obgleich in der oberen Kreideformation eine recht bedeutende Anzahl von Korallen bekannt ist, so erlaubt uns doch der Raum, nur einige wenige namhaft zu machen.

Fungia coronula Goldf. 53, 15, = *Micrabacia cor. Edw.*

Cyclolithes ellipticus Lam. 53, 16, = *Fungia polymorpha Goldf.*

. *undulatus Blainv.* 53, 17, = *Fungia und. et radiata Goldf.*

* *Turbinolia centralis Röm.* 53, 18, = *Parasmilia centr. Edw.*

. *conulus Mich.* > 53, 19, = *Turb. parvula Reuss.*

† *Diploctenium cordatum Goldf.* 53, 20, Abdruck.

Oculina gibbosa Reuss. 53, 21.

Synastraea agaricites Edw. 53, 22, = *Astraea ag. Goldf.*

Foraminiferen. Bei der grossen Bedeutung, welche die Foraminiferen in der oberen Kreideformation gewinnen, deren Gesteine ja zum Theil wesentlich mit von ihnen gebildet werden, glaubten wir unsern Lesern wenigstens einige von diesen Formen vorführen zu müssen, welche grösstentheils nicht nur in der weissen Kreide, sondern auch im Kreidemergel und Pläner sehr häufig vorkommen, und auch theilweise durch grössere Dimensionen ausgezeichnet sind*).

* *Dentalina annulata* Reuss 53, 23, Pläner und oberer Kreidemergel.
* *Marginulina ensis* Reuss 53, 24, desgleichen.
Frondicularia inversa Reuss 53, 25, Pläner.
* *angusta* Nilss. 53, 26, Pläner, Gosauschichten, Kreide.
. *Cordai* Reuss 53, 27, Pläner und Gosauschichten.
Nodosaria Zippei Reuss 53, 28, sehr verbreitet im Pläner.
* *Flabellina cordata* Reuss 53, 29, Quader, Pläner und Kreide.
* *rugosa* d'Orb. 53, 30, Pläner, Gosauschichten und Kreide.
* *Cristellaria rotulata* Lam. 53, 31, desgleichen.
Rosalina marginata Reuss 53, 32, Pläner, Gosauschichten.
* *Rotalina umbilicata* d'Orb. 53, 33, Pläner und weisse Kreide.
* *Globigerina cretacea* d'Orb. 53, 34, desgleichen.
* *Bulimina variabilis* d'Orb. 53, 35, desgleichen.
* *ovulum* Reuss 53, 36, desgleichen.
* *Gaudryina rugosa* d'Orb. 53, 37, desgleichen.
* *Bolivina tegulata* Reuss 53, 38, Pläner und oberer Kreidemergel.
Textularia praelonga Reuss 53, 39, Pläner und Gosauschichten.
† *Orbitulites macropora* Defr. 54, 1, *a* nat. Grösse, *b* Ansicht von der Seite, *c* von unten, *d* von oben, vergrössert; Tuffkreide von Maestricht.
† *lenticularis* Bronn 54, 2, *a* nat. Grösse, *b* und *c* Ansicht von der Seite und von oben; es ist vielleicht noch zweifelhaft, ob dieses im Galt sehr häufige Fossil auch wirklich in der weissen Kreide vorkommt.
† *Siderolithes calcitrapoides* Bronn 54, 3, Tuffkreide von Maestricht.

Echinodermen. Die Echiniden spielen eine besonders wichtige Rolle, wie sich schon daraus ergiebt, dass wir ihnen fast eine ganze Tafel widmen mussten. Von den Cidariden kommen theils Stacheln theils Schalen vor, welche, eben so wie die Schalen der übrigen Formen, gewöhnlich durch Kalkspath petrificirt sind; ausserdem gehören Steinkerne, welche von Flint oder Hornstein, von Kalkstein oder Kreide gebildet werden, zu den häufigen Vorkommnissen.

* *Cidaris vesiculosa* Bronn 54, 4, *a*, *b* und *c* Stacheln nach Bronn und Reuss, *d* vollständige Schale nach Geinitz, *e* eine Assel und *f* Theil eines Fühlerganges, beide vergrössert, nach Demselben.

*) Ich verdanke meinem verehrten Freunde Reuss nicht nur die Namen, sondern auch zum Theil die Originalbilder der hier aufgeführten Formen.

* *Cidaris granulosa* Goldf. 54, 5, vollst. Schale, bei *a* ein Stachel; = *Cyphosoma Milleri* Ag.
* *variolaris* Brong. 54, 6, *a* Seitenansicht in natürl. Grösse, *b* Theil der unteren Ansicht vergrössert; = *Cyphosoma ornatissimum* Ag. auch *Tetragramma Brongnarti* Ag.
* *clavigera* Mant. 54, 7, Stachel.
* *Ananchytes ovata* Lam. 54, 8, *a* Seitenansicht, *b* unt. Ansicht, *c* Scheitel der Oberseite.

† *Galerites vulgaris* Goldf. 54, 9, Steinkern, wird auch grösser; nach Bronn eigentlich *Gal. abbreviatus* Lam.

* *albogalerus* Lam. 54, 10, *a* Seitenansicht, *b* untere Ansicht.

. *cylindricus* Lam. 54, 11, = *Discoidea cylindrica* Ag. ist oft höher, und dann nach unten cylindrisch gestaltet.

. *subuculus* Goldf. 54, 12, *a* obere, *b* untere Ansicht, *c* Seitenansicht eines mehr kegelförmigen Exemplars; = *Discoidea sub.* Ag.

* *Spatangus cor anguinum* Goldf. 54, 13, *a* Seitenansicht, *b* obere Ansicht; begreift auch *Sp. cor testudinarium* Goldf. und ist = *Micraster cor ang.* Ag.

Echinus granulosus Münst. 54, 14, *a* Seitenansicht, *b* obere, *c* untere Ansicht, *d* und *e* Seitenansicht junger Exemplare von verschiedenen Formen; ist = *Arbacia granulosa* Ag.

Nucleolites carinatus Goldf. 54, 15, *a* Seitenansicht, *b* hintere, *c* obere Ansicht; ist = *Catopygus car.* Ag.

* *Cassidulus lapis cancri* Lam. Lethäa, Taf. XXIX, Fig. 20; eine kleine, sehr ausgezeichnete, höckerige Form; scheint fast durch die ganze obere Kreideformation hindurchzugehen.

Salenia petalifera Ag. Lethäa Taf. XXIX, Fig. 15 unterturonisch.

Holaster subglobosus Ag. Lethäa Taf. XXIX, Fig. 2; turonisch; eine auch in Teutschland häufige Form.

* *Asterias quinqueloba* Goldf. 54, 16, *a* ein Fragment, *b*, *c* und *d* einzelne Asseln vergrössert; nach d'Orbigny senonisch, nach Geinitz und Giebel auch im Grünsand, Quader und Pläner, also auch turonisch; = *Pentagonaster quinquelobus* Orb.

* *Apiocrinus ellipticus* Mill. 54, 17, *a* Säulenstück, *b* und *c* einzelne Glieder; ist = *Bourguetocrinus ell.* Orb., soll auch im Galt vorkommen.

† *Pentacrinus Bronnii* Hag. 54, 18, Gelenkfläche eines Stielgliedes, vergr.

† *Agassizii* Hag. 54, 19; desgleichen.

† *Marsupites ornatus* Mant. 54, 20, ist oft spitz kegelförmig langgestreckt.

Bryozoën. Die feinen, niedlichen Gehäuse dieser geselligen Mollusken, über welche v. Hagenow und d'Orbigny vortreffliche Arbeiten geliefert haben, kommen besonders häufig und manchfaltig, also in einer grossen Anzahl von Geschlechtern und Species, in der weissen Kreide und in der gelben Tuffkreide von Maestricht vor, sind auch grösstentheils senonisch. Leider mussten wir, um die Zahl der Tafeln nicht noch mehr zu vergrössern, auf die

Abbildung einiger dieser Formen verzichten, weshalb wir auf die Lethäa und auf die Werke von v. Hagenow und d'Orbigny verweisen.

Rudisten. Die Turonbildung ist dasjenige Gebiet der Kreideformation, in welchem die Rudisten, und zwar besonders die Hippuriten, die Radioliten und die Caprinen, ihre reichhaltigste Entwickelung gefunden haben; doch ist diess mehr in den südeuropäischen Territorien der Fall gewesen, wo daher die eigentlichen Hippuriten- und Radiolitenkalksteine vorkommen, während in den nördlicher gelegenen Territorien die Rudisten mehr sporadisch und mitunter recht selten angetroffen, ja oft gänzlich vermisst werden. Da sie gewöhnlich ziemlich bedeutende Dimensionen erlangen, so konnten wir auch nur wenige, und auch diese meist nur verkleinert zur Abbildung bringen.

Radiolites agariciformis d'Orb. 55, 1, obere Ansicht, bei *a* Seitenansicht und einerseits durchschnitten, 1/6 der natürlichen Grösse.

. *acuticosta d'Orb.* 55, 2, junges Exemplar in nat. Grösse.

. *Desmouliniana Math.* 55, 3; bei *a* die Oberschale mit anhängenden zapfenförmigen Fortsätzen, den Steinkernen analoger Vertiefungen der Unterschale.

* *Höninghausii d'Orb.* 55, 4, Seitenansicht, bei *a* Durchschnitt, 1/6 der natürlichen Grösse.

Caprina adversa d'Orb. 55, 5, junges Exemplar, bei *a* Querschnitt, *b* Steinkern verkleinert; sie werden viel grösser und zeigen dann die Oberklappe mehrfach, widderhornähnlich gewunden.

Hippurites organisans Desm. 55, 6, gewöhnlich sind viele Exemplare bündelförmig mit einander verwachsen.

. *cornu vaccinum Bronn* 55, 7; ausgewachsene Exemplare sind dreimal grösser.

. *bioculata Lam.* 55, 8, bei *a* die Oberklappe von oben gesehen, bei *b* Einsicht in das Innere der Unterklappe.

. *sulcatus*, *H. cornu pastoris*, *H. ellipticus* u. a. sind gleichfalls häufige Species.

Brachiopoden. Ausser vielen Terebrateln erscheinen noch besonders die drei Geschlechter *Magas*, *Thecidea* und *Crania*, deren Arten meist senonisch sind, während die meisten Terebrateln theils der Turonbildung allein, theils auch zugleich der Senonbildung angehören, und nur wenige Species derselben exclusiv senonisch sein dürften*).

† *Thecidea papillata Bronn* 55, 9, *a* Seitenansicht; *b* untere Ansicht, und *c* innere Ansicht der Unterklappe, vergrössert; in der Kreide.

. *digitata Sow.* 55, 10; im Grünsand von Essen.

*) Viele der von d'Orbigny als senonisch aufgeführten Species kommen auch im sächsischen und böhmischen Pläner vor, welcher doch gewiss noch turonisch ist. Bei dem Schwanken ihrer Formen hat die bathrologische Trennung der Terebrateln ihre ganz besonderen Schwierigkeiten.

† *Crania Ignabergensis* Retz. 55, 11, *a* Seitenansicht, *b* Oberklappe von aussen, *c* Unterklappe von innen; etwas vergr.; in der Kreide und im obern Kreidemergel.

† *Parisiensis* Defr. 55, 12, *a* Seitenansicht, *b* Oberklappe von aussen, *c* Unterklappe von innen; vergrössert; in der weissen Kreide.

† *Magas pumilus* Sow. 55, 13; in der weissen Kreide.

* *Terebratula alata* Lam. 56, 1, = *Rhynchonella vespertilio* Orb.?

. *compressa* Lam. 56, 2, = *Rhynch. compr.* Orb.

* *octoplicata* Sow. 56, 3, = *Rhynch. plicatilis* Orb.

* *pisum* Sow. 56, 4; = *Ter. Martini* Orb.

. *Mantelliana* Sow. 56, 5.

* *striatula* Mant. 56, 6; = *T. Defrancii* Brong.

* *gracilis* Schloth. 56, 7, viermal vergrössert.

. *lyra* Sow. 56, 8.

. *pectita* Sow. 56, 9.

. *sella* Sow. 56, 10; diese Form ist eigentlich neocom; es findet sich aber auch eine sehr ähnliche, oft als *T. biplicata* aufgeführte Form in turonischen Schichten.

* *carnea* Sow. 56, 11.

† *semiglobosa* Sow. 56, 12.

Conchiferen. Ihre Zahl ist sehr bedeutend, und finden sich darunter recht viele Formen, welche als Leitfossilien ausgezeichnet zu werden verdienen.

Anomia truncata Gein. 56, 13.

* *Ostrea hippopodium* Nilss. 56, 14.

* *vesicularis* Lam. 56, 15, verkleinert, bei *a* und *b* ganz junge Exemplare; ist = *Gryphaea vesicularis* Bronn.

. . . . *lateralis* Nilss. 56, 16 nach Reuss; doch sollen sich nach Bronn diese Figuren auf *O. canaliculata* beziehen.

. . . . *haliotoidea* d'Orb. 56, 17, = *Exogyra haliot.* Sow.

. . . . *columba* Desh. 56, 18, wird viel grösser; = *Exogyra columba* Goldf.

. . . . *conica* d'Orb. 56, 19.

* *semiplana* Sow. 56, 20.

. . . . *diluviana* Lin. 56, 21, wird oft sehr gross.

† *frons* Park. 56, 22; verkleinert und unvollständig.

. . . . *carinata* Lam. 56, 23; junges Exemplar.

† *larva* Lam. 56, 24; ein Fragment.

* *Spondylus spinosus* Desh. 57, 1, wird auch grösser.

* *truncatus* Goldf. 57, 2; halb verkleinert.

. *striatus* Goldf. 57, 3; desgleichen.

Pecten Nilssoni Goldf. 57, 4.

. . . . *laevis* Nils. 57, 5.

* *membranaceus* Nils. 57, 6.

. . . . *orbicularis* Sow. 57, 7.

. . . . *virgatus* Nils. 57, 8; = *P. arcuatus* Goldf.

* *cretosus* Defr. 57, 9.

Pecten asper Lam. 57, 10, wird noch einmal so gross.
. . . . *Hisingeri* Bronn, Lethäa t. XXX, Fig. 18.
. . . . *Beaveri* Sow. Lethäa, t. XXX, Fig. 19.
Janira aequicostata d'Orb. 57, 11, wird grösser; = *Neithea aequic.* Bronn.
. . . . *quinquecostata* d'Orb. 57, 12, desgleichen; = *Neithea quinq.* Bronn.
* *quadricostata* d'Orb. 57, 13, eben so; = *Neithea quadricost.* Bronn.
. . . . *digitalis* d'Orb. 57, 14; = *Neithea dig.* Bronn.
* *Lima semisulcata* Goldf. 57, 15.
. . . *Reichenbachii* Gein. 57, 16.
. . . *elongata* Sow. 57, 17.
. . . *pseudocardium* Reuss 57, 18.
* . . . *Hoperi* Desh. 57, 19; = *L. Sowerbyi* Bronn.
. . . *canalifera* Goldf. ist gleichfalls häufig.
* *Inoceramus Cuvieri* Sow. 57, 20; wird drei- bis viermal grösser.
. *mytiloides* Mant. 57, 21, wird viel grösser und dann schmäler am oberen Ende; = *In. problematicus* d'Orb.
* *striatus* Mant. 57, 22, junges Exemplar.
* *Brongniarti* Sow. 57, 23, verkleinert.
* *latus* Mant. 57, 24, verkleinert.
* *Cripsii* Mant. 57, 25, wird grösser.
Gervillia solenoides Defr. 58, 1, unvollständig.
Perna lanceolata Gein. 58, 2, Steinkern etwas verkleinert.
Avicula anomala Sow. 58, 3.
Mytilus aequalis d'Orb. 58, 4.
. *Neptuni* Gein., eine sehr grosse Species, und *M. reversus* Sow. sind gleichfalls ein paar wichtige turon. Formen.
Pinna diluviana Schloth. 58, 5, auf ein Drittheil verkleinert.
* . . . *quadrangularis* Goldf. 58, 6, junges Exemplar.
Arca ligeriensis d'Orb. 58, 7, verkleinert.
. . . *fibrosa* d'Orb. > 51, 6.
. . . *carinata* Sow. 51, 7.
Pectunculus umbonatus Sow. 58, 8.
. *sublaevis* Sow. ist eine sehr grosse Species.
Trigonia scabra Lam. 58, 9 verkleinert.
. *spinosa* Park. 58, 10, ebenfalls.
. *aliformis* Park. > 51, 9.
Nucula semilunaris Buch 58, 11.
. . . . *pectinata* Sow. > 51, 5.
* *Isocardia cretacea* Goldf. 58, 12, verkleinert.
Cyprina ligeriensis d'Orb. 58, 13, Steinkern, verkleinert.
Lucina lenticularis Goldf. 58, 14, Steinkern.
* *Cardium alutaceum* Münst. 58, 15.
. *Hillanum* Sow. 58, 16, = *Protocardia Hillana* Beyr.
. *Ottonis* Gein. 58, 17, = *C. bimarginatum* d'Orb.
Venus plana Sow. 58, 18, halb verkleinert.

Venus faba Sow. 58, 19.
. . . . *Goldfussii* Gein. 58, 20.
Pholadomya nodulifera Münst. 58, 21, halb verkleinert.
* *caudata* Röm. 58, 22.
Panopaea gurgitis Sow. 58, 23, halb verkleinert.

Gasteropoden. Aus der grossen Anzahl von Gasteropoden, welche in der oberen Krreideformation bekannt sind, glauben wir besonders die folgenden hervorheben zu müssen, von welchen die meisten ausschliesslich turonisch zu sein scheinen.

Dentalium glabrum Gein. 59, 1.
† *Mosae* Bronn 59, 2; Tuffkreide von Maestricht.
. *decussatum* Sow. > 51, 10.
Acmaea laevis Sow. 59, 3.
Rostellaria Buchii Münst. 59, 4, wird noch einmal so gross.
. *Burmeisteri* Gein. 59, 5.
. *ornata* d'Orb. 59, 6, etwas verkleinert.
. *Reussii* Gein. 59, 7, etwas verkleinert.
. *calcarata* Sow. > 59, 8, halb verkleinert.
. *simplex* d'Orb. 59, 9.
Voluta elongata Sow. 50, 10, halb verkleinert und unvollständig.
Fusus quadratus Sow. 59, 11.
Pleurotomaria texta Münst. 59, 12, etwas verkleinert.
* *linearis* Mant. 59, 13, desgleichen, = *Pl. perspectiva* Sow.
Solarium ornatum Fitt. > 51, 17.
Trochus Basteroti Brong. 59, 14, Steinkern.
Natica nodosa Gein. 59, 15.
. . . . *bulbiformis* Sow 59, 16, halb verkleinert.
. . . . *gaultina* d'Orb. > 51, 15.
. . . . *Clementina* d'Orb. > 51, 16.
Avellana cassis d'Orb. 59, 17.
. *incrassata* d'Orb. > 51, 11.
Actaeon ovum d'Orb. 59, 18, etwas verkleinert.
Actaeonella laevis d'Orb. 59, 19, halb verkleinert.
. *gigantea* Sow. 59, 20, halb verkleinert, wird aber noch grösser.
. *crassa* d'Orb. wird sehr gross, ist äusserst dickschalig und vielorts sehr charakteristisch.
Nerinea longissima Reuss 59, 21, Fragment.
. *Requieniana* d'Orb. 59, 22, halb verkleinert.
. *bicincta* Bronn 59, 23, der untere Theil etwas verkleinert.
Turritella multristiata Reuss 59, 24.
. *nodosa* Röm. 59, 25.
. *granulata* Sow. 59, 26.
Auch kommen noch viele andere Species von *Turritella* vor.
Scalaria Dupiniana d'Orb. > die bereits im Galt erwähnt wurde, findet sich auch in turonischen Schichten.

Cephalopoden. Sie erscheinen immer noch in grosser Manchfaltigkeit der Formen, obwohl die Anzahl der Species von unten nach oben in auffallender Abnahme begriffen ist, so dass namentlich die Ammoniten in der oberen weissen Kreide gänzlich vermisst werden, wie denn die Ammoneen überhaupt zu Ende der Kreideperiode völlig ausgestorben sind. Auch die Belemniten erreichen mit der Kreideformation ihr Ende, und treten dabei zuletzt in eigenthümlichen Species auf, welche an der Stelle der Basal-Rinne der Scheide eine förmliche Spalte zeigen, und deswegen so wie anderer Merkmale wegen von d'Orbigny als ein besonderes Genus unter dem Namen *Belemnitella* eingeführt worden sind.

Baculites anceps Lam. 60, 1, Fragment von der Seite gesehen, bei *a* Querschnitt, wird über 2 Fuss lang.

. *baculoides d'Orb.* 60, 2, Fragment, bei *a* Querschnitt mit einer Kammerwand.

† *Faujasii Lam.* 60, 3, Fragment eines Steinkernes, bei *a* Querschnitt mit einer Kammerwand.

* *Turrilithes polyplocus Röm.* 60, 4, Fragment, verkleinert; = *Helicoceras pol. Orb.*

. *tuberculatus Bosc* 60, 5, ein Stück, verkleinert.

. *costatus Lam.* 60, 6, desgleichen.

. *Bergeri Brong.* > 52, 2, desgleichen.

Hamites ellipticus Mant. 60, 7, Fragment, bei *a* Querschnitt.

* *armatus Sow.* 60, 8, Fragment, *a* Rückenansicht, *b* Querschnitt mit einer Kammerwand und Andeutung der gewöhnlich abgebrochenen Stacheln.

. *attenuatus Sow.* > 52, 3.

. *rotundus Sow.* > 52, 6.

* *Scaphites aequalis Sow.* 60, 9.

Ammonites varians Sow. 60, 10, sehr wandelbar in seinen Formen, namentlich in Betreff der Rippen, auch durch Compression oft sehr verändert; wird noch einmal so gross als unser Bild.

. *peramplus Sow.* 60, 11, wird oft sehr gross und erreicht bis 3 Fuss im Durchmesser; ist nach Geinitz = *A. Lewesiensis Sow.*

. *Rhotomagensis Brong.* 60, 12, verkleinert, wird aber viel grösser, bis 2 Fuss im Durchmesser, und verliert dann die drei Knotenreihen auf dem Rücken, während die Rippen zugleich flacher werden.

. *Mantelli Sow.* 60, 13, verkleinert, wird ebenfalls sehr gross; auch giebt es andere, mehr comprimirte Varietäten, welche mit schmäleren Rippen, und auf dem Rücken mit einer von zwei Knotenreihen eingefassten Rinne versehen sind.

. *splendens Sow.* > 52, 7.

Nautilus elegans Sow. 60, 14, verkleinert; im Alter mehr comprimirt, der Sipho liegt im äusseren Drittheil der Höhe.

* *Nautilus laevigatus d'Orb.* 60, 15, verkleinert, die Scheidewände sind nur wenig gekrümmt, und der Sipho liegt unter der Mitte.

. *triangularis Montf.* 60, 16, verkleinert.

. *simplex Sow.* hat ganz einfach gekrümmte Kammerwände und den Sipho im unteren Drittheil ihrer Höhe.

† *danicus Schloth.* ist eine durch ihre mehrfach gebogenen Kammerwände und daher stark undulirten Suturen sehr ausgezeichnete Species; Faxöe und Frankreich.

* *Belemnites quadratus Defr.* 60, 17, verkleinert, = *Belemnitella quadrata Orb.*

. *lanceolatus Sow.* 60, 18, wird auch grösser und ist = *Belemnitella vera d'Orb.*

† *mucronatus Schloth.* 60, 19, = *Belemnitella mucr. d'Orb.*

Aptychus ist ebenfalls in einigen Species bekannt.

Gliederthiere. Einige Serpula-Arten sind nicht selten; auch kommen viele kleine Entomostraceen vor, deren Kenntniss man besonders Reuss zu verdanken hat, und als deren Repräsentant wir wenigstens eine Cytherina aufführen; endlich sind die Ueberreste einiger Krebse zu erwähnen.

Serpula triangularis Münst. 60, 20.

. *septemsulcata Reich* 60, 21, bei *a* der Querschnitt etwas vergrössert.

. *filiformis Sow.* 60, 22, bildet bündelförmige Aggregate.

* *plexus Sow.* 60, 23, bildet regellos verschlungene Aggregate.

* *Cytherina subdeltoidea Münst.* 60, 24.

* *Callianassa antiqua Otto* 60, 25, eine Scheere; = *Mesostylus Faujasii Bronn.*

* *Astacus Leachii Mant.* = *Enoploclytia Leachii M'Coy.*

Fische. Besonders häufig kommen Zähne, Schuppen und Koprolithen vor; selten sind vollständigere Ueberreste; beispielsweise führen wir an:

* *Otodus appendiculatus Ag.* 60, 26.

* *Oxyrhina Mantelli Ag.* 60, 27.

* *Ptychodus latissimus Ag.* Zähne, häufig im Pläner und in der weissen Kreide; vergl. Band I, S. 895 Holzschnitt 67, Fig. 3 und 4.

* *mammillaris Ag.* warzenförmige Zähne.

* *Macropoma Mantelli Ag.* die Koprolithen sind nicht selten im Pläner; vergl. Bd. I, S. 896, Holzschnitt 68, zweite Figur.

Viertes Kapitel.

Beispiele der verschiedenen Ausbildungsweise der Kreideformation.

§. 431. *Kreideformation in England.*

Da die Kreideformation überhaupt zuerst in England genauer studirt und auch dort in aller Vollständigkeit nachgewiesen worden ist, so beginnen wir die zur Erläuterung ihrer verschiedenen Ausbildungsweise vorzuführenden Beispiele mit einer Darstellung des englischen Territoriums. In ihm und in dem Territorio des Bassins der Seine werden wir gewissermaassen den Normaltypus ihrer Entwickelung kennen lernen.

Die Kreideformation bildet einen bedeutenden Theil von Ost- und Süd-England; von Scarborough in Yorkshire zieht sie sich durch Lincolnshire nach Norfolk, um sich dann fast in dem ganzen Landstriche auszubreiten, welcher südöstlich einer, vom Cap Hunstanton über Cambridge, südlich an Oxford vorbei nach Exeter in Devonshire gezogenen Linie gelegen ist. Doch wird sie häufig und in bedeutender Ausdehnung von tertiären und quartären Ablagerungen bedeckt. Da sie in allen ihren Abtheilungen vorhanden ist, so betrachten wir erst die untere, und dann die obere Kreideformation.

I. Untere Kreideformation in England.

1. Neocombildung in England. Diese Abtheilung der Kreideformation ist es, welche in England die grössten petrographischen Verschiedenheiten, die bedeutendste Ausdehnung und einen grossen Reichthum von Fossilien zeigt. Sie ist von Yorkshire bis nach Devonshire, auch rings um den grossen Sattel der Wealdenformation und an mehren Punkten der Südküste des Landes bekannt, erscheint in Yorkshire als eine thonige, ausserdem aber mehr als eine psammitische Bildung.

In Yorkshire ist es der untere Theil des sogenannten *Speetonclay* (S. 926), welcher durch *Toxaster complanatus*, *Exogyra Couloni*, *Crioceras Duvalii* und *C. Emerici* als das Aequivalent der Neocombildung charakterisirt wird, während der obere Theil desselben Thones durch seine Fossilien ganz entschieden als Galt bezeichnet ist. Aber schon in Lincolnshire macht sich der psammitische Charakter geltend, indem dort die ganze Bildung durch eine 20 bis 30 Fuss mächtige Ablagerung von eisenschüssigem Sandstein, Sand und Geröll vertreten wird; eben so verhält es sich in Norfolk, in Cambridgeshire, Bedfordshire und Berkshire, worauf denn weiterhin, in dem ganzen südlichen Landstriche, von Kent bis nach Devonshire, Sandstein und Sand als die vorwaltenden Gesteine der Neocombildung verharren.

Diejenigen Schichten nämlich, welche im südlichen England schon lange als *lower greensand* beschrieben und von der übrigen Kreideformation getrennt worden sind, haben sich nach neueren Untersuchungen als das wirkliche Aequivalent der Neocombildung erwiesen, wofür sie Alcide d'Orbigny schon im Jahre 1840 erklärte.

An der Küste von Kent, zwischen Folkstone und Hythe ist diese neocome Sandsteinbildung der englischen Kreideformation vortrefflich entblöst, und dort erkannte Fitton eine Zusammensetzung derselben aus drei Gliedern, zu welchen später durch Simms noch ein viertes, tiefstes Glied gefügt worden ist, so dass die Totalmächtigkeit der ganzen Bildung bei Hythe bis auf 380 P. Fuss steigt; diese vier Glieder sind von unten nach oben:

a. Sandiger grünlicher Thon, z. Th. Walkerde, mit untergeordneten festeren Schichten; 46 Fuss.
b. Sand, welchem ein System von Kalksteinbänken eingelagert ist, deren Gestein unter dem Namen *Kentish rag* viel gebrochen wird; 121 F.
c. Glaukonitreicher, bisweilen auch kiesiger Sand, der die Feuchtigkeit sehr zurückhält; 148 Fuss.
d. Weisser oder gelber, eisenschüssiger, mehr oder weniger glaukonitischer Sand und Sandstein, mit bald kalkigem bald kieseligem Bindemittel, im ersteren Falle oft als Kalkspathsandstein (S. 921) ausgebildet; 65 Fuss.

Von den zahlreichen Fossilien, welche bei Hythe vorkommen, erwähnen wir nur folgende charakteristische Species:

Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Terebratula faba	*Trigonia aliformis Park.*
. *tamarindus*	 *spinosa Park.*
. *praelonga*	*Pleurotomaria gigantea Sow.*
. *sella*	*Ancyloceras gigas*
Perna Mulleti	*Ammonites furcatus Sow.*

Dieselbe Gliederung lässt der untere Grünsand auch noch bei Godstone und an anderen Orten in Surrey erkennen, in welcher Grafschaft namentlich südlich und westlich von Guildford einer der grössten Districte dieser Bildung vorliegt, auch von Austen die tiefste, wesentlich aus gelbem und braunem Thone bestehende Etage nachgewiesen worden ist, und die ganze Mächtigkeit auf 400 Fuss steigt. Aus der unteren, thonigen Etage, in welcher harte Kalkstein-Nieren voll Fossilien vorkommen, erwähnt Austen unter anderen folgende Formen:

Terebratula sella	*Ostrea Leymeriei*
Perna Mulleti	*Exogyra Couloni*
Gervillia anceps	*Cardium Hillanum*
Pholadomya neocomensis	*Nautilus pseudoelegans.*

Auch bei Pulborough, im westlichen Theile von Sussex, erscheint der untere oder neocome Grünsand wesentlich mit denselben Etagen, und reich an charakteristischen Fossilien.

Besonders mächtig erscheint er auf Wight, wo er, südlich von der mit steiler Schichtenstellung durch die ganze Insel laufenden Kreidezone sehr verbreitet ist, und auf der Südostseite bei Shanklin den eigentlichen Shanklin-

sand bildet; auch war es hier, an der Westküste von Wight, wo durch Fitton's genaue Untersuchungen seine Identität mit der Neocombildung zuerst nachgewiesen wurde. Dort lehnt sich bei Atherfield der untere Grünsand unmittelbar an den Wealdenthon, so dass man an der Gränze Gesteinsblöcke schlagen kann, welche einerseits die Süsswasserconchylien der Wealdenformation, anderseits die marinen Conchylien der Neocomformation enthalten. Auch lassen sich noch wenigstens drei der in Kent, Surrey und Sussex bekannten Etagen unterscheiden.

Die unterste Etage besteht 60 F. stark aus grünlichblauen oder grauen Mergeln, aus Thon, Walkerde und Sand, und enthält unter ihren zahlreichen Fossilien auch *Toxaster complanatus*, *Terebratula sella*, *Perna Mulleti*, *Exogyra Couloni*, *Gervillia anceps*, *Trigonia caudata*, *Arca Gabrielis*, *Corbis corrugata*, *Nautilus pseudoelegans*.

Die zweite und dritte Etage scheinen auf Wight vereinigt zu sein; sie bilden ein 430 F. mächtiges Schichtensystem, in dem sich mehre bedeutende Sand- und Thonlager unterscheiden lassen, welche, zumal in den wiederholt auftretenden, lagenweise geordneten Sandstein-Concretionen oder sogen. *crackers*, viele ächt neocome Fossilien, wie *Exogyra Couloni*, *Gervillia anceps*, *Terebratula sella* u. a. beherbergen.

Die vierte Etage endlich besteht, bei 210 F. Mächtigkeit, aus Schichten von weissem und gelbem Sande, in welchem nur einige Fragmente von Conchylien vorkommen, wie denn diese Etage überhaupt sehr arm an Fossilien zu sein pflegt. Sonach beträgt die Totalmächtigkeit der Neocombildung auf der Insel Wight über 700 Fuss*), während solche bei Hythe in Kent nur 380 Fuss erreicht.

Auch bei Sandown, an der Ostküste von Wight, ist ein ähnliches Profil entblöst, wie bei Atherfield, und auch dort sind die tiefsten, unmittelbar über dem Wealdenthone liegenden Schichten sogleich durch *Perna Mulleti*, *Exogyra Couloni* und andere neocome Fossilien charakterisirt. Dass aber die verschiedenen von Fitton aufgestellten Etagen nur eine locale oder petrographische Bedeutung haben, und dass von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus der ganze untere Grünsand als eine einzige Bildung betrachtet werden muss, diess haben Ibbetson und Forbes geltend gemacht. Aus ihren Untersuchungen ergiebt sich, dass durch das dortige, bisher *lower greensand* genannte Schichtensystem nur ein System von organischen Ueberresten verbreitet ist, dass sich bei wiederkehrender gleicher petrographischer Beschaffenheit auch dieselben Species wieder einfinden, dass es also petrographische und folglich locale Bedingungen waren, welche die Vertheilung der Species bestimmten, und dass die Annahme einer *unity of the lower greensand* auch bei Atherfield noch völlig gerechtfertigt sei. *Quarterly Journal of the geol. soc. I, p.* 194.

Westlich von Wight verschmälert sich die Neocombildung dermaassen, dass sie auf Purbeck in Dorsetshire kaum noch zu erkennen ist; allein in Wiltshire und Berkshire ist sie vielorts bekannt, so bei Swindon, Bawood, Faringdon, Devizes und Calne, an welchem letzteren Orte auch die *Caprotina*

*) Ja, nach Ibbetson und Forbes sogar 790 Fuss, während Fitton selbst sie später auf 750 Fuss erhöhte.

Lonsdalii vorkommt. Die unteren psammitischen Schichten bei Lyme-Regis in Dorsetshire, die, wegen ihrer zahlreichen, meist in Chalcedon verwandelten und daher trefflich erhaltenen Fossilien berühmten Blackdowns bei Wellington, und die durch ihre Orbitoliten ausgezeichneten Sandsteine von Bovey und Holdon in Devonshire sind durch das gleichzeitige Vorkommen von neocomen, galtinen und turonischen Fossilien auf eine so eigenthümliche Weise charakterisirt, dass d'Archiac vermuthet, diese Schichten seien während des Verlaufes der ganzen Periode abgesetzt worden, in welcher sich weiter östlich die Etagen des unteren Grünsandes, des Galtes und des oberen Grünsandes entwickelten.

2. Galt. Der von W. Smith adoptirte Name Galt stammt ursprünglich aus Cambridgeshire, wo er für eine Thonbildung gebraucht wird, welche daselbst 140 F. mächtig*) zwischen dem oberen Grünsande und dem eisenschüssigen Sande der Neocombildung gelagert, aber arm an Fossilien ist. Dieser Galt ist auch in Bedfordshire und in anderen südlichen Grafschaften vorhanden, lässt sich aber besonders deutlich längs der Bedeckungsgränze des grossen Gebietes der Wealdenformation (S. 900) in Kent, Sussex und Surrey beobachten, wo er eine zwischen dem Neocomsande und dem oberen Grünsande oder Firestone hinlaufende, oft morastige Depression des Landes bildet, und in manchen Querthälern, ganz vorzüglich aber an der Meeresküste bei Folkstone trefflich entblöst ist. Dort beherbergt er auch einen grossen Reichthum an wohl erhaltenen organischen Ueberresten.

Bei Folkstone ist er nur etwas über 120 Par. Fuss mächtig, und erscheint hauptsächlich als eine Ablagerung von sehr fettem, licht blaulichgrauem Thon, welcher nur an seiner oberen Gränze durch viele Glaukonitkörner etwas sandig wird. Dieser, in Töpfereien und Ziegeleien vielfach verwendete Thon enthält nach unten die berühmten Galtfossilien in grosser Menge, nach oben dagegen viele kugelige, cylindrische und regellos gestaltete Concretionen von Eisenkies nebst dunkelbraunen Knollen, die durch ihre Gestalt und durch ihren Gehalt von Kalkphosphat an Koprolithen erinnern. Besonders reich ist der Galt von Folkstone an Ammoniten und Hamiten, an Rostellarien und mehren Species von *Solarium*, *Inoceramus* und *Nucula*, so wie an *Belemnites minimus*. Einige der wichtigsten Formen, die nicht nur bei Folkstone, sondern auch bei Ringmer in Sussex vorkommen, sind:

Inoceramus sulcatus	*Hamites armatus*
. *concentricus*	 *rotundus*
Nucula ovata	*Ammonites splendens*
. . . . *pectinata*	 *auritus Sow.*
Dentalium decussatum	 *tuberculatus Sow.*
Rostellaria carinata	*Belemnites minimus.*

*) Diese Mächtigkeit ist durch viele Bohrbrunnen ermittelt worden, welche den Galt durchsunken haben. Fitton, in *Trans. of the geol. soc. 2. ser. IV, p.* 306. Lunn schätzt sie etwas grösser auf 200 bis 220 engl. Fuss; *ibidem V, p.* 115.

Auf der Insel Wight erscheint der Galt nur mit 60 F. Mächtigkeit als ein blaulichgrauer, sandiger und etwas glimmeriger Thon, welcher sehr arm an Fossilien ist, aber hier und da, wie z. B. bei East-End, kleine Kiesknollen und Gypskrystalle enthält. Auf Purbeck ist er noch weniger bedeutend; dagegen gewinnt er in Süd-Wiltshire im Thale von Wardour (westlich von Salisbury), und in Nord-Wiltshire bei Swindon eine recht ansehnliche Entwickelung.

Im Thale von Wardour ist es ein blauer Thon mit Knollen von Eisenkies und Kalkphosphat, mit Kalkspathadern und vielen sehr charakteristischen Fossilien; bei Swindon ist ein schönes Profil entblöst, in welchem der Galt als ein mächtiges Lager von feinem, blaulichgrauem, glimmerigem Thon über den eisenschüssigen Schichten des Neocomsandes auftritt, ohne Fossilien zu enthalten, welche jedoch bei Crockerton ziemlich zahlreich vorhanden sind.

Etwas abweichend ist die Ausbildung des Galt in den nördlichen Grafschaften. Zwar erscheint er bei Speeton in Yorkshire hauptsächlich noch als ein dunkelfarbiger schieferiger Thon mit Lagen von thonigen und eisenschüssigen Septarien, deren Klüfte mit Gyps, Eisenkies und Kalkspath bekleidet sind, und mit Fossilien, welche, wie *Hamites rotundus* und *attenuatus*, *Ammonites splendens* und *fissicostatus*, *Belemnites minimus* u. a. grossentheils denen des Galt von Sussex entsprechen*); allein seine obersten Schichten werden schon dort von jenem rothen Kreidemergel gebildet, welcher, wie bereits oben (S. 929) erwähnt wurde, bei nur 2 bis 6 Fuss Mächtigkeit, von Yorkshire durch Lincolnshire bis nach Hunstanton in Norfolk verfolgt werden kann, schon in Lincolnshire unmittelbar auf dem Sande der Neocombildung ruht, und daher in der ganzen Ausdehnung von Flamborough bis nach Hunstanton den Galt fast allein zu repräsentiren scheint, obgleich er, ausser *Belemnites minimus* und *Inoceramus concentricus*, fast keine exclusiv galtinen Fossilien enthält. Erst bei West-Newton nimmt der Galt den Habitus eines blauen Thones an, als welcher er mit 15 Fuss Mächtigkeit durch Norfolk und Suffolk fortsetzt, um sich an die gleichnamige Bildung im Süden des Landes anzuschliessen.

II. Obere Kreideformation in England.

3. Turonbildung in England. Sie wird wesentlich vom *upper greensand* und vom *chalk-marl* gebildet, ist aber nach oben mit der Senonbildung durch so allmälige Uebergänge verknüpft, dass eine scharfe

*) Während auch zugleich entschieden neocome Fossilien vorhanden sind, weshalb der Speetonthon, wie oben bemerkt wurde, die Neocombildung und den Galt zugleich repräsentirt.

Gränze zwischen beiden kaum gezogen werden kann. Während sie aber in den südlichen Grafschaften recht bedeutend entwickelt ist, so scheint sie gegen Norden allmälig immer unbedeutender zu werden, und in Yorkshire gänzlich zu fehlen.

a. Oberer Grünsand. Diese Etage der Turonbildung ist besonders im Süden des Landes, zumal längs der Gränze der Wealdenformation bis an die Küste einerseits bei Folkstone, anderseits bei Beachy-Head, so wie auf Wight und in Wiltshire zu beobachten. Sand, Sandstein und Mergel, alle drei mehr oder weniger glaukonitisch, sind die vorwaltenden Gesteine, und bilden eine, in ihrer Mächtigkeit sehr wechselnde, doch niemals sehr bedeutende Ablagerung, welche in Cambridgeshire auf wenige Fuss herabsinkt, in Lincolnshire und Yorkshire aber gar nicht vorhanden zu sein scheint. In paläontologischer Hinsicht ist der obere Grünsand Englands noch nicht genau begränzt worden; er mag sich in dieser, eben so wie in petrographischer Hinsicht an den Kreidemergel anschliessen, mit welchem er durch Uebergänge sehr innig verbunden ist.

Bei Folkstone ist er höchstens 30 Fuss mächtig, und meist als ein weicher glaukonitischer Mergel ausgebildet, welcher in seinen mehr sandigen Varietäten viele cylindrische Wülste umschliesst, aber sehr arm an organischen Ueberresten ist, unter denen Fitton besonders *Pecten orbicularis* erwähnt. Folgt man von dort dem südlichen Abfalle der North-Downs, so trifft man ihn bei Merstham als sogenannten Firestone, ein dem Pläner oder auch dem Flammenmergel ähnliches Gestein von 30 Fuss Mächtigkeit. Auch bei Reigate, Farnham, Petersfield und Petworth sind es analoge Gesteine, in denen bei Farnham Knollen von Kalkphosphat, bei Petersfield *Ostrea lateralis*, *Pecten asper*, *P. orbicularis*, *Janira quinquecostata* u. a. Fossilien vorkommen.

Auf Wight gewinnt der obere Grünsand eine bedeutendere Mächtigkeit von 60 bis 100 Fuss, und besteht nach unten grösstentheils aus gelblichgrauem Sandstein mit einigen Hornsteinlagen, nach oben aus Kalkmergel mit Hornstein-Concretionen. Auf Purbeck sinkt seine Mächtigkeit bedeutend herab. Bei Warminster in Süd-Wiltshire ist er sehr schön aufgeschlossen, und lässt nach unten besonders Schichten von grauem oder grünlichem Sande, nach oben dichte hornsteinähnliche Schichten erkennen; ähnlich sind seine Verhältnisse bei Shaftsbury, wo seine Mächtigkeit zwischen 45 und 55 Fuss schwankt. Bei Warminster kommen unter anderen folgende Fossilien vor:

Siphonia piriformis	*Arbacia granulosa Ag.*
Micrabacia (Fungia) coronula	*Ostrea (Exogyra) conica*
Salenia petalifera Ag.	*Pecten asper*
Galerites subuculus	*Janira quadricostata.*

Die schmale glaukonitische Gesteinsschicht, welche in Cambridgeshire den Galt vom Kreidemergel absondert, soll daselbst bei Bott-Isham Hippuriten enthalten.

b. Kreidemergel. Auch diese Etage, deren Gesteine bald als Kreidemergel (*chalk-marl*), bald als graue Kreide (*gray chalk*), bald als

flintleere Kreide (*chalk without flint*) aufgeführt werden, ist in England nirgends besser entblöst, als an den inneren Abhängen der, das grosse Gebiet der Wealdenformation im Norden und Süden begränzenden North-Downs und South-Downs, so wie an der Küste bei Folkstone und Beachy-Head, und auf der Insel Wight.

Die tiefsten Schichten, welche man an den Gehängen bei Dover anstehen sieht, erscheinen mit fast 200 Fuss Mächtigkeit als grauer sandiger Kreidemergel mit untergeordneten festen Sandsteinlagen, die an den steilen Wänden oft weit hervortreten, mit vielen Fossilien und mit Knollen und Krystallgruppen von Eisenkies, aber ohne eine Spur von Feuerstein. Darüber liegt ein weisser, weicher und sehr verwitterlicher, an Eisenkies reicher Mergel, und noch höher ein gelblicher, harter, kiesfreier Mergel, mit sparsamen grauen, undulirten Streifen und zahlreichen Fossilien, unter denen sich noch viele Ammoniten und Inoceramen befinden; diese beiden Schichtensysteme haben zusammen eine Mächtigkeit von 140 Fuss. Endlich folgen unreine, an der Luft schülferig zerwitternde, mit zahlreichen grauen Streifen und mit sporadischen Feuersteinen versehene kreideähnliche Gesteine, in welchen die letzten Ammoniten erscheinen. Mit dieser, über 100 Fuss mächtigen Ablagerung scheint die Turonbildung zu endigen, wenn nicht vielleicht noch die nächst folgenden Schichten dazu gerechnet werden müssen.

Eben so sieht man unweit Beachy-Head, an der Steilküste von East-Bourne, über dem Galt nach Westen hin erst den Grünsand und dann eine ganz ähnliche Folge von Gesteinen liegen, wie sie von Folkstone gegen Dover nach Osten hin vorliegt, und nach d'Archiac so weit noch zur Turonbildung zu rechnen sein dürfte, als noch die Ueberreste von Ammoniten und von *Inoceramus mytiloides* vorhanden sind.

In mehren der Durchschnitte der North-Downs von Surrey liegen auf dem Galt Kalksteinschichten mit *Ammonites rhotomagensis* und *A. Mantelli*, darüber hellgrüne Sandsteine mit *Plicatula inflata Sow.*, welche allmälig immer kalkiger werden und in glaukonitische Kreidemergel, in weisse und graue kalkige Gesteine übergehen, in denen, ausser den genannten beiden Ammoniten, auch *A. peramplus* und *A. varians*, *Turrilites tuberculatus*, *Scaphites aequalis* und *Pecten Beaveri* vorkommen; zuletzt folgen kreideähnliche Mergel mit *Lima Hoperi*, *Inoceramus mytiloides* und *I. Cuvieri.*

Auch auf der Insel Wight ist nach Fitton ein vollständiger Uebergang aus dem oberen Grünsand durch verschiedene Varietäten von Kreidemergel bis in die weisse, flintreiche Kreide zu beobachten, welche in der Mitte der Insel eine steil aufgerichtete Zone bildet, während weiter südlich die tieferen Schichten horizontal liegen, und an der Südküste, längs einer 600 Fuss hohen, meilenlangen Felsenwand die imposante Scenerie der sogenannten *Undercliffs*, d. h. Haufwerke von colossalen, wild über einander gestürzten Bergtrümmern bilden.

Bei Lyme-Regis in Dorsetshire wird nach De-la-Beche die turonische Bildung wesentlich durch theils gelblichbraune, theils glaukonithaltige

Sandsteine, durch sandige Kreide mit *Cidaris variolaris*, *Galerites albogalerus*, *Ostrea vesicularis*, *Ammonites varians*, und endlich durch harte, flintleere Kreide mit *Inoceramus mytiloides* und *I. Cuvieri* repräsentirt.

4. Senonbildung in England. Die weisse, flintreiche Kreide ist es, in welcher sich der Charakter der englischen Senonbildung am bestimmtesten ausgeprägt findet, Weil aber diese Kreide nach unten allmälig in andere, theils kreideähnliche, theils mergelige Gesteine übergeht, so fehlt es an einer scharfen petrographischen Gränze zwischen den turonischen und senonischen Schichten der englischen Kreideformation. Da ihnen nun auch viele organische Ueberreste gemeinschaftlich zukommen, so ist es insbesondere der Mangel an allen Ammoniten und anderen exclusiv turonischen Fossilien, so wie das Vorkommen von *Belemnites mucronatus*, *Marsupites ornatus*, *Ananchytes ovata*, *Galerites albogalerus*, *Inoceramus Cuvieri*, *Ostrea vesicularis* und anderen, theils ausschliesslich senonischen, theils turono-senonischen Fossilien, wodurch eine Unterscheidung beider Abtheilungen und eine ungefähre Gränzbestimmung der Senonbildung ermöglicht wird.

Uebrigens ist diese oberste Abtheilung der Kreideformation in England sehr verbreitet, und fast in dem ganzen Landstriche vorhanden, welcher sich östlich und südlich einer von Flamborough-Head in Yorkshire nach Bovey in Devonshire gezogenen Linie ausdehnt. Besonders an den Südküsten des Landes, von Dover bis nach Devonshire bildet sie oft steile Gehänge, in welchen alle ihre Verhältnisse der Beobachtung recht zugänglich sind.

Die Citadelle von Dover steht auf weisser Kreide mit vielen Lagen von Flintknollen und mit einzelnen, stetig ausgedehnten Flintschichten, deren eine als Decke für die vier kasemattenartigen Räume benutzt wurde, welche in 100 Fuss Tiefe 20 Fuss breit in der Kreide ausgehauen worden sind. Diese oberste flintreiche Kreide ist nicht besonders reich an (grösseren) organischen Ueberresten, und wird von flintarmer Kreide getragen, welche sich schon aus der Ferne durch ihre graue Farbe, in der Nähe aber durch ihre rauhe Beschaffenheit und durch zahlreiche graue, undulirte, bald auskeilende Lagen, so wie durch höckerige und knollige Concretionen unterscheidet. Beide diese Etagen zusammen haben ungefähr die Mächtigkeit von 350 Fuss.

Aehnlich sind die Verhältnisse in den North-Downs und South-Downs, in welchen letzteren die Kreide am Beachy-Head abermals von der Meeresküste durchschnitten wird. Auf Wight sind es besonders die Schichten der weissen, feuersteinreichen Kreide, welche in einer steil aufgerichteten Zone quer durch die ganze Insel laufen.

Auch in den nördlichen Grafschaften, in Norfolk, Lincolnshire und Yorkshire ist die obere, weisse Kreide vorhanden, welche in Yorkshire unmittelbar über dem rothen Mergel des Galt liegt, so dass dort die Turonbildung gar nicht zum Absatze gelangt zu sein scheint; wenigstens lassen die durch Phil-

lips bekannt gewordenen Fossilien keine ausschliesslich turonischen Formen erkennen.

In Schottland fehlt die Kreideformation gänzlich; in Irland kennt man sie in den Grafschaften Antrim und Londonderry, wo sie, einige Spuren des Galt ausgenommen, lediglich mit ihren beiden oberen Abtheilungen ausgebildet und grösstentheils von einer mächtigen Basaltdecke überlagert ist.

Nach d'Archiac ergiebt sich aus der Zusammenstellung von Morris und aus späteren Arbeiten, dass bis zum Jahre 1849 in der Fauna der englischen Kreideformation 932 Species aus 256 Geschlechtern nachgewiesen waren. Davon kommen die meisten auf die Neocombildung, welche 299, und auf die weisse Kreide, welche 316 Species umschliesst, während der Galt 112, der obere Grünsand 109 und der Kreidemergel 105 geliefert hatte. Es sind aber besonders 18 Infusorien, 41 Amorphozoën, 36 Bryozoën, 42 *Echiniden*, 36 Foraminiferen und 45 Fische, deren Summe (218) die senonische Kreide so reich erscheinen lässt, wogegen im Neocomsande die genannten Thierclassen sehr spärlich, dafür aber die Cephalopoden, die Gasteropoden und die Conchiferen recht reichlich vertreten sind.

§. 432. *Kreideformation im nördlichen Frankreich.*

In Frankreich kennt man fünf grosse Territorien der Kreideformation: nämlich das Bassin der Seine, das Bassin der Loire, jenes am Südwestabfalle des primitiven Centralplateaus, das Bassin am Nordabfall der Pyrenäen und endlich das Bassin des Rhône*).

Das Bassin der Seine und jenes der Loire stehen zwar mit einander in Verbindung, werden aber durch die zwischen beiden Flüssen liegende Wasserscheide, die sogenannte Axe des Mellerault, insofern getrennt, als die Entwickelung der Kreideformation zu beiden Seiten dieser Axe sehr wesentliche Verschiedenheiten erkennen lässt. Auch hängt das Bassin der Seine nach Norden mit dem Kreide-Territorio der Niederlande zusammen, von welchem es jedoch auf ähnliche Weise durch die Axe des Artois geschieden wird. Nach Nordwesten gränzen diese beiden letzten Territorien an das Meer, wo sie sich als die continentale Fortsetzung des gegenüberliegenden englischen Territoriums zu erkennen geben, mit welchem sie ursprünglich ein grosses Ganzes gebildet haben, ehe die Bildung des Canals und die Ablösung Englands vom Continente erfolgte.

*) Wir folgen bei der Darstellung der französischen Kreideformation in der Hauptsache den vortrefflichen Schilderungen, welche d'Archiac im vierten Bande seiner *Histoire des progrès de la Géologie* gegeben hat.

In dem so begränzten Bassin der Seine hat nun die Kreideformation, gerade wie in England, eine vollständige Entwickelung in allen vier Hauptgliedern erlangt.

I. Untere Kreideformation im Bassin der Seine.

Sie ist von Wissant aus durch das Bas-Boulonnais und weiterhin durch die ganze Champagne zu verfolgen, auch im Département der Oise, im sogenannten pays de Bray, durch den dortigen Sattel an die Oberfläche heraufgedrängt worden.

1. Neocombildung im Bassin der Seine.

Die Neocombildung erscheint im östlichen Theile des Bassins, zwar nur in geringer Ausdehnung und Mächtigkeit, desungeachtet aber von recht complicirter Zusammensetzung, weshalb d'Archiac drei Etagen unterscheidet.

An der Küste bei Wissant (Pas de Calais) liegt der blaue Thon des Galt auf einem glaukonitischen Sandsteine mit kalkigem Bindemittel, welcher nur 15 bis 18 Fuss mächtig ist, und wahrscheinlich dem unteren Grünsande der gegenüberliegenden Küste bei Folkstone entspricht. Derselbe ist auch weiter südlich im Bas-Boulonnais mit gleicher Mächtigkeit von Rozet als eine eisenschüssige Sand- und Sandsteinbildung nachgewiesen worden. Organische Ueberreste sind aber bis jetzt nicht bekannt.

Weiterhin in den Départements des Pas de Calais, der Somme, du Nord und der Aisne verschwindet auch diese schwache Andeutung der Neocombildung, und erst bei Grandpré, im Dép. der Ardennen, ist sie durch die Beobachtungen von Sauvage und Buvignier entschieden nachgewiesen worden, welche daselbst unter dem Galt einen glaukonitischen Sandstein mit *Exogyra Couloni*, *Ostrea Leymeriei* und *Terebratula praelonga* erkannten. Von dort aus scheint sich diese Bildung nach Bar-le-Duc (Meuse) und Joinville (Haute Marne) zu erstrecken, und wesentlich von unten nach oben aus eisenschüssigem Sande und Sandstein mit Brauneisenerz, aus gelblichem, sandigkörnigem Kalkstein und aus Thon nebst Sand zu bestehen. Im angränzenden Theile des Département der Marne werden die Eisenerze vielorts gewonnen.

Ueber die Neocombildung des Département der Haute Marne haben Royer, Thirria und Cornuel interessante Berichte mitgetheilt, aus denen sich im Allgemeinen ergiebt, dass sie dort in folgender Weise dreigliederig zusammengesetzt ist.

a. Sand und Sandstein, mehr oder weniger eisenschüssig, und oft sehr reich an concretionärem und plattenförmigem Brauneisenerz, darüber gelber oder blaulicher Kalkstein und ähnlich gefärbter Thonmergel. In den Kalksteinen und Mergeln finden sich:

Toxaster complanatus — *Exogyra Couloni*
Panopaea neocomensis Orb. — *Trigonia caudata*
Terebratula depressa — *Arca Gabrielis*

und andere Fossilien.

b. Blauliche, gelbe und graue Thone mit vielen Austern (zumal *Ostrea Leymeriei* und *Exogyra subplicata Röm.*), darüber bunter, zuweilen rother Sand, rother Thon und oolithisches Eisenerz.

c. Grünlicher, blaulicher und gelblicher Thon mit vielen Ueberresten von *Plicatula placunea*, *Ammonites Nisus*, *A. Deshayesi* u. a., gelber Sand und Sandstein, und endlich glaukonitischer Sand.

Darüber folgt der Galt, und die Totalmächtigkeit aller dieser Schichten, einschliesslich des Galt, beträgt über 300 Fuss.

Im Département der Aube ist die Zusammensetzung und Gliederung der Neocomgruppe ganz ähnlich, und durch Leymerie sehr genau beschrieben worden; von unten nach oben folgen sich nämlich die drei Etagen:

a. Sand und unreiner Thon mit etwas Eisenerz, darüber mergeliger oder sandiger hellfarbiger Kalkstein, in welchem unter anderen folgende charakteristische Fossilien vorkommen:

Holaster l'Hardyi	*Perna Mulleti*
Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Panopaea neocomensis	*Terebratula praelonga*
Pholadomya elongata	 *lata*
Gervillia anceps	*Natica sublaevigata*
Trigonia longa	*Pleurotomaria neocomensis*
. *caudata*	*Pteroceras pelagi*
Corbis corrugata	*Nautilus pseudoelegans*
Arca Gabrielis	*Ammonites radiatus.*

b. Grauer Thon und bunter Sand mit Braun- und Rotheisenerz; darin *Exogyra subplicata Röm.*, *Ostrea Leymeriei*, *Toxaster complanatus* und einige andere Fossilien.

c. Blaulichgrauer Thon mit *Exogyra Couloni, Terebratula sella*, *Ostrea macroptera*, *Plicatula placunea* und *Toxaster complanatus*; darüber folgt endlich glaukonitischer und eisenschüssiger Sand.

Auch im Département der Yonne lässt nach Longuemar die Neocombildung noch eine sehr ähnliche Gliederung erkennen; dabei ist der Kalkstein der unteren Etage (namentlich bei Saint-Sauveur) durch sehr viele langschwänzige Krebse und durch viele Echiniden ausgezeichnet, von welchen jene durch Robineau-Desvoidy, diese durch Cotteau genau bestimmt und beschrieben worden sind.

Ausserhalb dieses durch die Champagne fortlaufenden Zuges ist die Neocombildung im Seinebassin besonders noch im pays de Bray (Oise) bekannt, wo sie, bei einer Mächtigkeit von 50 bis 60 Meter, wesentlich aus blauen und grauen, auch rothen und bunten Thonen, so wie aus eisenschüssigen, gelben, braunen oder rothen Sanden und aus Brauneisenerz besteht, und sowohl durch ihre Lagerung über dem Portlandkalk und unter dem Galt, als auch durch ihre Fossilien sehr wohl charakterisirt wird.

2. Galt im Bassin der Seine.

Der Galt folgt fast überall im Hangenden der Neocombildung, obgleich er auch bisweilen unmittelbar der Juraformation aufliegt. Er besteht wesentlich aus Thon und aus glaukonitischem Sande oder Sandstein, und

unterscheidet sich durch seine organischen Ueberreste sowohl von den unter, als auch von den über ihm liegenden Gebirgsgliedern der Kreideformation.

Schon bei Wissant steht er als eine 20 bis 25 Fuss mächtige Ablagerung von dunkelgrauem mergeligem Thon an, in welchem sehr viel Eisenkies und, zumal in einer mittleren geringmächtigen Schicht, zahlreiche Fossilien vorkommen, welche mit denen der gegenüberliegenden Küste bei Folkstone übereinstimmen und grossentheils auf unseren Tafeln abgebildet sind. Eben so ist er im Bas-Boulonnais an vielen Punkten bekannt.

Im Département der Aisne sind es, nach den Beobachtungen von Thorent und d'Archiac, meist graue kieselige Sandsteine, schwärzlichgraue Thone und glaukonitische Sandsteine, welche durch ihre Fossilien, wie z. B. *Trigonia aliformis, Inoceramus sulcatus*, als die Repräsentanten des Galt bezeichnet werden, und bei Mont-Saint-Jean etwa 110 Fuss Mächtigkeit erlangen. Denselben Charakter einer vorwaltend glaukonitischen Sandsteinbildung mit untergeordneten Thonlagern, die oft sehr feste, conglomeratartige Concretionen und viele organische Ueberreste enthalten, behauptet der Galt auch im Département der Ardennen, wo namentlich bei Novion, Machéroménil und Saulxce-aux-Bois sehr zahlreiche Fossilien vorkommen, wie z. B.

Trochocyathus conulus	*Nucula pectinata*
Plicatula radiola	*Natica Clementina*
Thetis minor	*Solarium moniliferum*
Panopaea inaequivalvis	*Hamites rotundus*
Inoceramus concentricus	*Ammonites Beudanti*
Trigonia aliformis	 *mamillatus*
Arca fibrosa	 *fissicostatus*
. . . *carinata*	*Nautilus Clementinus.*

In den Départements der Maas, der Haute-Marne und der Marne begegnen wir nach Buvignier und Cornuel ebenfalls meist glaukonitischen Sanden und Thonen, welche letztere zumal bei Vassy und Saint-Dizier über 60 Fuss mächtig sind. Mit ähnlichen petrographischen Eigenschaften setzt der Galt nach Leymerie durch das Département der Aube fort, wo der Grünsandstein gewöhnlich nach unten, der Thon nach oben liegt, während beide auch bisweilen mit einander wechseln oder in einander eingreifen, und ganz durch dieselben Fossilien charakterisirt werden, wie der Galt in Kent, Sussex und im Département der Ardennen.

Im pays de Bray bildet der Galt nur eine Reihe von einzelnen Stöcken, welche aus blaulichgrauem, kalkigem oder sandigem, oft kiesreichem Thon bestehen, und deren Fossilien, wie z. B.

Inoceramus sulcatus	*Hamites alternatus*
. *concentricus*	 *rotundus*
Nucula pectinata	*Ammonites splendens*
Dentalium decussatum	 *Lyelli*
Rostellaria Parkinsoni	 *Beudanti*
Solarium ornatum	 *interruptus*
Hamites attenuatus	 *inflatus*

gar keinen Zweifel über ihre eigentliche Stellung zulassen.

II. Obere Kreideformation im Bassin der Seine.

Auch im Bassin der Seine sind, wie in England, beide Abtheilungen der oberen Kreideformation so innig mit einander verbunden, dass sich ihre Gränze nur selten bestimmt angeben lässt. Sie besitzen eine bedeutende Ausdehnung, indem sie sich von den Ausstrichen des Galt und der Neocombildung fast durch den ganzen Landstrich bis an die Küsten des Canals verbreiten; doch werden sie auf grosse Strecken von tertiären und neueren Bildungen bedeckt. Die Turonbildung wird abermals durch den oberen Grünsand und den Kreidemergel oder die *craie tuffeau*, die Senonbildung durch die weisse Kreide und den hier und da darüber liegenden Pisolithenkalk gebildet. Bei der Schwierigkeit einer genauen Abgränzung beider Bildungen werden sie von d'Archiac gemeinschaftlich in Betrachtuug gezogen.

Am Cap Blanc-Nez unweit Calais ist der Kreidemergel in bedeutender Mächtigkeit und mit ganz ähnlichen Eigenschaften entblöst, wie gegenüber bei Dover und Folkstone, während der darunter liegende obere Grünsand weiter südlich bei Wissant als eine nur 3 Fuss mächtige glaukonitreiche Sandschicht über dem Galt zu beobachten ist, die weisse Kreide aber in mehren landeinwärts gelegenen Hügeln aufragt. Der Kreidemergel enthält unter anderen folgende Fossilien:

Siphonia pistillum Goldf.	*Ammonites varians*
Galerites globulus Des.	 *Mantelli*
...... *subuculus*	 *rhotomagensis*
Inoceramus mytiloides	*Scaphites aequalis*
Terebratula carnea	*Turrilites tuberculatus.*

Auch im Boulonnais und überhaupt im ganzen Département des Pas de Calais sind die weisse Kreide und der Kreidemergel recht mächtig (obwohl weniger mächtig als bei Dover) entwickelt, wogegen der Grünsand und die beiden Abtheilungen der unteren Kreideformation nur eine sehr geringfügige Dicke erlangen. Durch einen Bohrbrunnen in Calais sind unter der fast 73 Meter mächtigen Bedeckung von tertiären und quartären Schichten, folgende Mächtigkeiten nachgewiesen worden:

Weisse Kreide ...	91,50 Meter
Kreidemergel	140,74
Oberer Grünsand ..	0,90
Galt	4,35
Unterer Grünsand ..	5,31
	242,80 Meter.

Das Département der Somme wird hauptsächlich von der weissen Kreide gebildet, welche viele Flintknollen und einige untergeordnete Schichten von hartem, gelbem oder grauem Kalkstein umschliesst, auch nicht selten von natürlichen Schloten oder sogenannten Orgeln durchsetzt wird, die theils mit quartären, theils mit tertiären Schuttmassen ausgefüllt sind. Nach Buteux sind einige der wichtigsten Fossilien folgende:

Cidaris variolaris	*Terebratula carnea*
Galerites albogalerus	*Ostrea vesicularis*
Spatangus cor anguinum	*Spondylus spinosus*
Ananchytes ovata	 *striatus*
. *carinata Defr.*	*Inoceramus Cuvieri*
Terebratula semiglobosa	 *Lamarckii*
. *Defrancii Brong.*	*Belemnites quadratus*
. *octoplicata*	 *mucronatus.*

Auch im Département der Oise würde nur die weisse Kreide zu beobachten sein, wenn nicht im pays de Bray bei Beauvais ein von Südosten nach Nordwesten gestreckter Sattel hervorträte, durch welchen alle tieferen Etagen der Kreideformation zugleich mit den oberen Etagen der Juraformation zu Tage heraufgedrängt worden sind. Man verdankt die genaueste Erforschung dieses interessanten Landstrichs den Untersuchungen von Graves, aus denen sich ergiebt, dass auch dort die Tüffeaukreide und die weisse Kreide nicht scharf getrennt sind. Doch wird die erstere durch viele Glaukonitkörner und zahlreiche Cephalopoden charakterisirt, unter denen besonders *Turrilites costatus* und *tuberculatus*, *Scaphites aequalis*, *Ammonites varians, peramplus, rhotomagensis*, *Mantelli*, so wie *Nautilus elegans* und *triangularis* sehr bezeichnend sind. Dagegen ist die weisse Kreide, über 120 Meter mächtig, mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften, mit ihren Feuersteinen und Fossilien ausgebildet, obwohl sie im südlichen Theile des Landstriches von weisser, fossilarmer und flintleerer Mergelkreide, und anderwärts, wie bei Breteuil und Domeliers von einem eigenthümlichen bräunlichgrauem, concretionärem Kalkstein unterteuft wird, welchen Graves *craie magnesienne* nennt. Die von demselben Geologen mitgetheilte Liste von Versteinerungen enthält 60 Species von Bryozoën und Korallen, *Marsupites Milleri*, *Apiocrinus ellipticus*, 2 Asterien, 12 Species von *Ananchytes*, 7 von *Micraster*, 9 von *Galerites*, 5 von *Cidaris*, 4 von *Cyphosoma*, ferner 16 Brachiopoden, 25 Conchiferen, 1 Aptychus, 4 Belemniten, 9 Serpeln, 2 Pollicipes und 18 Species von Fischen, welche letztere vollkommen identisch mit denen auf der anderen Seite des Canals sind; Ammoniten fehlen gänzlich.

Zwei lieues östlich von Beauvais, in Saint-Germain-Laversine wird die weisse Kreide von einem gelblichen Kalkstein bedeckt, welcher nach unten ziemlich hart und fest, nach oben zerreiblich und fast ganz aus Muschel- und Korallenschutt gebildet ist. Diess ist der Kalkstein von Laversine, welcher der Tuffkreide von Maestricht, dem Baculitenkalke des Cotentin und dem Pisolithenkalke entspricht, allein merkwürdiger Weise hier nur wenige Species mit der weissen Kreide, dagegen 12 Species mit dem turonischen Kreidemergel gemein hat.

Im Département der unteren Seine ist die weisse, mit zahlreichen Flintknollenlagen versehene Kreide sehr verbreitet; sie enthält noch Belemniten, Ananchyten u. a. Fossilien, aber keine Ammoniten. Bei Orival, Rouen und anderwärts wird sie von einer gelblichen, harten, feinkörnigen und selbst politurfähigen Varietät bedeckt, und geht nach unten durch graue flintleere Kreide in Kreidemergel über, welche weiter abwärts Glaukonit aufnehmen, und endlich in sandige glaukonitische Gesteine verlaufen. Am Hügel Sainte-

Cathérine bei Rouen zeigt sich nach Passy unter den neueren Bildungen und über dem Galt folgendes Profil der oberen Kreideformation:

Weisse feuersteinreiche Kreide	60,0 Meter
Flintleere, mergelige z. Th. graue Kreide	30,0 . . .
Eine an Cephalopoden reiche Schicht . . .	0,3 . . .
Glaukonitische Mergel und Sandsteine . .	35,0 . . .
	125,3 Meter.

Scharfe petrographische Gränzen sind zwischen diesen Gesteinen nicht vorhanden, und während in der mergeligen Kreide nach Passy Fossilien der weissen Kreide und der glaukonitischen Gesteine zugleich vorkommen, so finden sich an ihrer Basis in der Cephalopodenschicht unter anderen folgende Fossilien:

Galerites castanea Ag.
Holaster subglobosus Ag.
Terebratula carnea
Thetis major Sow.
Trigonia scabra
. *spinosa*
Pecten asper
. . . . *orbicularis*
Ostrea carinata
Exogyra columba
Avellana cassis
Hamites armatus
Ammonites Mantelli
. *varians*
. *rhotomagensis*
Nautilus elegans
. *triangularis*
Turrilites costatus.

Die genannten Cephalopoden gehen aber auch höher aufwärts durch die mergelige Kreide, in welcher noch ausserdem in verschiedenen Höhen viele Fossilien vorkommen, von denen nur einige angeführt werden mögen:

Siphonia pistillum und
andere Amorphozoën
Galerites subuculus
Hemiaster bufo
Spatangus cor anguinum
Cidaris variolaris
Terebratula lyra
. *nuciformis*
. *gallina*
. . , ... *plicatilis*
Exogyra columba
Ostrea carinata
. . . . *serrata*
Spondylus striatus
Pecten asper
Janira quinquecostata
Lima Hoperi
Inoceramus striatus
Trigonia spinosa
Pleurotomaria linearis.

Im Département der Aisne zerfällt die weisse Kreide nach d'Archiac in zwei bestimmte Etagen, in eine untere, mehr mergelige, aber dabei feuersteinreiche Etage, und in eine obere, feuersteinleere Etage von weisser, erdiger, sehr homogener, undeutlich geschichteter und vielfach zerklüfteter Kreide. Die erstere erlangt 50, die andere 70 bis 80 Meter Mächtigkeit; in jener finden sich *Micraster cor anguinum*, *Ostrea vesicularis*, *Terebratula semiglobosa*, Scyphien und Foraminiferen; in dieser *Scyphia infundibiliformis*, *Ananchytes ovata*, *Inoceramus Cuvieri* und *Belemnites mucronatus.*

Unter diesen beiden (senonischen) Kreide-Etagen erscheinen die (turonischen) Kreidemergel, welche eben so in zwei Etagen gesondert sind, von denen die untere aus einem hellgrauen, z. Th. sandigen und glaukonitischen Kalkmergel, die obere aus einem blaulichen Mergelthon besteht, welcher

für die Wasserversorgung des ganzen Landstrichs eine grosse Wichtigkeit erlangt; beide zusammen sind nur etwa 20 Meter mächtig, und die untere Etage enthält, ausser 28 Species von Foraminiferen, *Ostrea vesicularis*, *O. frons*, *O. hippopodium*, *O. lateralis*, *Plicatula aspera*, *Janira quinquecostata*, *Pecten asper*, *P. membranaceus*, einige Serpeln und andere Fossilien.

Im Département der Ardennen zeigt die weisse Kreide überall die gewöhnlichen Eigenschaften, und unter ihr erscheinen die glaukonitischen Mergel, welche zwischen Attigny und Montblainville von der sogenannten Gaize (S. 923) unterteuft werden. *Pecten asper*, *Cassis avellana*, *Ammonites Mantelli* und andere Ammoniten beweisen den turonischen Charakter dieser unteren Mergel.

Die weisse Kreide erstreckt sich nicht bis in das Département der Maas, wo nur die Kreidemergel und die Gaize bekannt sind. Dagegen gewinnt sie im Département der Marne eine grosse Verbreitung, wo sie die einförmige Ebene der Champagne bildet, arm an Fossilien ist, und von blaulichgrauen Kreidemergeln unterteuft wird, welche ihrerseits bei Saint-Ménehould der Gaize aufgelagert sind. Am Mont-Aimé bei Vertus hat Viquesnel über der weissen Kreide den Pisolithenkalk (S. 930) nachgewiesen, welcher auch westlich von Vertus ein schmales Plateau bildet, dort gegen 50 Meter mächtig und reich an eigenthümlichen Fossilien ist.

Sehr vollständig und recht ausgeprägt ist die Entwickelung der oberen Kreideformation im Département der Aube, von wo sie durch Leymerie, Cottet und Sénarmont beschrieben wurde. Sie bildet daselbst ein Plateau, welches auf der Ostseite durch einen Steilabfall begränzt wird, der das Département von NO. nach SW. durchsetzt. Die turonische Abtheilung besteht nach unten aus lichtgrauen festen Mergeln mit *Ammonites Mantelli*, *A. rothomagensis*, *A. varians*, *Turrilites undulatus* und einigen anderen Fossilien, nach oben aus mehr kreideähnlichen Mergeln mit *Micraster cor anguinum*, *Holaster subglobosus*, *Terebratula pisum*, *T. carnea*, *Spondylus spinosus*, *Inoceramus mytiloides*, *I. latus*, *I. Cuvieri* und *I. annulatus*. Die senonische Abtheilung zeigt die weisse Kreide mit häufigen Flintknollen und mit *Ananchytes ovata*, *Magas pumilus*, *Ostrea vesicularis*, *Inoceramus Cuvieri* und *Belemnites mucronatus*.

Mit ganz ähnlichen Eigenschaften erscheint die obere Kreideformation im Département der Yonne, wo sie durch Picard und Longuemar genau erforscht worden ist, so wie in den Départements des Loiret, der Seine und Marne, und der Seine.

Bei Montereau im Dép. der Seine und Marne ist der Pisolithenkalk als oberstes Glied der Senonbildung ganz besonders verbreitet. In der Nähe von Paris aber hat der Ausstrich der weissen Kreide bei Meudon, welcher sich dort über Sèvres nach Saint-Cloud zieht, eine gewisse Berühmtheit erlangt, seit er von Cuvier und Al. Brongniart beschrieben worden ist. In dieser Kreide finden sich besonders häufig:

Ananchytes ovata	*Crania parisiensis*
Micraster cor anguinum	*Ostrea vesicularis*
Terebratula carnea	*Inoceramus Cuvieri*
. *octoplicata*	*Spondylus spinosus*
Magas pumilus	*Belemnites mucronatus*.

Auch bei Bougival und Port-Marly wird die weisse Kreide von dem Pisolithenkalke bedeckt, auf welchen dort Elie de Beaumont zuerst die Aufmerksamkeit lenkte, indem er ihn zugleich für ein Glied der Kreideformation erklärte. Seine scharfe Absonderung von der unterliegenden Kreide, seine ganz absonderliche Gesteinsbeschaffenheit und seine eigenthümliche Fauna veranlassten zwar andere sehr ausgezeichnete Geologen, ihn für tertiär zu halten; indessen scheint doch in neuester Zeit die Ansicht Elie de Beaumont's ziemlich allgemein adoptirt worden zu sein, obgleich d'Archiac noch immer manche Bedenken dagegen geltend macht. Hébert hat es noch ganz kürzlich hervorgehoben, dass unter 103 Species des Pisolithenkalkes 18 auch in der Kreide von Maestricht, und 20 bei Valognes, überhaupt aber 35 in entschieden cretacischen Ablagerungen anderer Gegenden vorkommen, während keine einzige Species mit Sicherheit für tertiär zu erklären ist. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *X*, *p.* 179. Sonach bestätigt sich wohl die schon früher von Hébert vertretene Ansicht, dass dieser Pisolithenkalk des Seinebassins mit der Tuffkreide von Maestricht, und mit dem Korallenkalkstein von Faxöe zu einer und derselben Bildung gehört, für welche von Desor der Name *terrain danien* vorgeschlagen wurde, unter dem sie auch von Alcide d'Orbigny als die letzte Abtheilung der Kreideformation eingeführt worden ist. Für uns bildet sie das Schlussglied der Senonbildung.

Wir übergehen die weiteren Verhältnisse der oberen Kreideformation im Bassin der Seine, wie sich solche noch in den Départements der Orne, des Calvados und der Eure herausstellen, weil sie nichts Besonderes darbieten, und beschliessen diesen Paragraphen mit einigen Bemerkungen über die, an das Seinebassin zunächst angränzenden Territorien der Kreideformation.

Das Bassin der Seine steht nämlich, unter der Bedeckung von Tertiärbildungen, einerseits nach Südosten mit dem Bassin der Loire, anderseits nach Norden mit dem belgischen Kreidegebiete in unmittelbarer Verbindung; allein die verschiedene petrographische Beschaffenheit und Gliederung der Kreideformation lässt vermuthen, dass schon während der cretacischen Periode eine Art von Absonderung zwischen diesen drei Bildungsräumen Statt gefunden haben müsse.

Das Bassin der Loire erfüllt ungefähr den Raum zwischen Cosne (Nièvre), Poitiers (Vienne), Angers und Argentan (Orne), ist aber grossentheils mit tertiären Bildungen bedeckt, so dass die Kreideformation nur am südlichen und westlichen Rande, so wie im Thale der Loire und in einigen anderen Thälern zu Tage austritt, wo sie, mit wenigen Ausnahmen, nur als Turonbildung ausgebildet ist.

Die Neocombildung ist nämlich nur bei Cosne und Sancerre, als die unmittelbare Fortsetzung der durch die Champagne verfolgten Zone, vorhanden; der Galt scheint kaum irgendwo angedeutet zu sein; die Turonbildung aber ist zu einer sehr bedeutenden und, namentlich in der unteren Etage

des Grünsandes zu einer sehr complicirten Entwickelung gelangt, so dass sie sich als die fast allein herrschende Abtheilung der Kreideformation in diesem Bassin zu erkennen giebt. Nach unten besteht sie aus glaukonitischem Sandstein, Sand und Thon, welche zumal in den Départements der Sarthe und Orne sehr verbreitet sind; darüber folgen ähnliche Gesteine, welche d'Archiac zu einer besonderen Etage vereinigt; als noch höhere Etagen erscheinen besonders in der Touraine die *craie micacée* oder der Glimmermergel (S. 929), und die gelbe Kreide (S. 936), mit welcher dort die Turonbildung zu Ende geht, welche in den meisten ihrer Etagen ganz vorzüglich durch *Exogyra columba* und *Inoceramus mytiloïdes* charakterisirt wird. Die Senonbildung endlich ist nur an einigen Punkten bei Blois und Vendôme im Dép. des Loir und Cher bekannt, wo sie als weisse oder graue Kreide erscheint, welche der gelben Kreide aufgelagert ist.

In Belgien sind bis jetzt weder in dem Bassin der Schelde, noch in dem der Maas bis nach Aachen in Rheinpreussen die Neocombildung und der Galt nachgewiesen worden. Dort scheinen nur die Turonbildung, welche oft mit der sogenannten Tourtia (S. 917) beginnt, und darüber in verschiedenen thonigen und sandigen Etagen ausgebildet ist, so wie die Senonbildung vorhanden zu sein, welche bei Maestricht über der weissen Kreide mit der schon mehrfach erwähnten Tuffkreide (S. 936) zu Ende geht, und auch bei Aachen eine etwas eigenthümliche Ausbildung gefunden hat.

§. 433. *Kreideformation am Südwestrande des Centralplateaus von Frankreich und im Bassin des Rhône.*

Eines der interessantesten Territorien der Kreideformation Frankreichs ist unstreitig dasjenige, welches sich am südwestlichen Rande des primitiven Centralplateaus in der Richtung von SO. nach NW., von Gourdon bis nach Angoulême und weiterhin bis auf die Insel Oleron, auf 70 lieues Länge, bei einer mittleren Breite von 14 bis 15 lieues, erstreckt. Seine Schichten fallen im Allgemeinen nach Südwesten, und gruppiren sich in vier grosse Etagen, welche aber insgesammt als Glieder der Turonbildung zu betrachten sein dürften, so dass wir es hier mit dieser einzigen, auch in anderen Ländern oftmals allein und in grosser Mächtigkeit ausgebildeten Abtheilung der Kreideformation zu thun haben. Die tiefsten Schichten liegen unmittelbar auf der Juraformation, aber keine einzige derselben ist weder als eine neocome, noch als eine galtine Schicht charakterisirt, und eben so wenig lassen sich unter den letzten und obersten Schichten entschieden senonische nachweisen. In paläontologischer Hinsicht ist dieses Territorium ganz besonders durch die ausserordentliche Menge von Rudisten ausgezeichnet, welche in drei verschiedenen

Etagen über einander auftreten. Bei solcher eigenthümlichen Ausbildungsweise dürfte eine etwas speciellere Betrachtung dieses Territoriums nicht ohne Interesse sein.

Erste Etage. Sie besteht nach unten aus grauem Thon und Schieferthon mit Eisenkies und Gypskrystallen, stellenweise auch (wie auf Isle d'Aix) mit Lignitschichten, höher aufwärts aus gelben oder grauen mergeligen Kalksteinen und aus kalkigen, glaukonitischen Sandsteinen, und endlich aus weissen, lockerkörnigen, aus gelblichen dichten, und aus gelblichgrauen, harten, mit Quarzkörnern oder auch mit Glaukonitkörnern versehenen Kalksteinen, und zieht sich, mit einer mittleren Mächtigkeit von 30 Metern, aus dem nordwestlichen Theile des Dép. der Dordogne bis an die Meeresküste.

Als die wichtigsten Fossilien sind zuvörderst viele Rudisten, namentlich

Caprina triangularis Orb.	*Radiolites polyconilites Orb.*
Radiolites agariciformis Orb.	*Caprina adversa*

und mehre Caprotinen zu betrachten, weshalb d'Archiac (indem er die Lagerungsfolge von oben nach unten durchgeht) hier das dritte Rudisten-Niveau annimmt, welches also für uns das erste ist. Ausserdem finden sich noch besonders

viele Echiniden	*Exogyra columba*
Orbitolites conica	 *flabellata*
Alveolina cretacea	*Ostrea biauriculata.*

Zweite Etage. Auch sie zeigt eine recht manchfaltige petrographische Beschaffenheit, besteht aber doch in der Hauptsache nach unten aus hellgelbem, etwas sandigem und glaukonitischem Mergelkalkstein, mit zahlreichen Austern und Ammoniten, in der Mitte aus weissem oder graulichem Mergelkalkstein, endlich nach oben aus Kalkstein, welcher gegen Osten hin ausserordentlich weiss und rein, gegen Westen hin mehr gelb, dabei bald dicht oder semikrystallinisch, bald weich und zerreiblich und sehr reich an Rudisten ist, weshalb d'Archiac hier ein zweites Rudisten-Niveau annimmt. Bei Angoulême erreicht diese Etage eine Mächtigkeit von fast 70 Metern. Als die wichtigsten und oft in erstaunlicher Menge vorkommenden Fossilien verdienen erwähnt zu werden

nach unten:	nach oben:
Exogyra columba	*Hippurites organisans*
Ostrea biauriculata	 *cornu pastoris*
Cardium productum	*Radiolites Ponsiana Orb.*
Ammonites Fleuriausanus	 *lumbricalis Orb.*

Dritte Etage. Sie lässt sich ununterbrochen aus dem Dép. des Lot durch das der Dordogne, Charente und Charente inférieure verfolgen, und besteht nach unten aus harten, etwas sandigen und glaukonitischen, undulirt plattenförmigen Kalksteinen, welche aufwärts in mächtig und regelmässig geschichtete, sandige oder glimmerige und zugleich glaukonitische Gesteine übergehen, in denen graue oder schwärzliche Hornstein-Nieren regellos zerstreut sind; nach oben herrschen weisse, mergelige, daher weiche und fast zerreibliche, oft kreideähnliche Kalksteine. Die Mächtigkeit dieser Etage beträgt im Dép. des Lot nur etwa 7 bis 8 Meter, steigt aber schon im Dép.

der Dordogne bis zu 120 Meter, ist noch am rechten Ufer der Gironde recht bedeutend, sinkt aber schon weit vor der Meeresküste bis auf nichts herab.

Die organischen Ueberreste sind oftmals, die Amorphozoën immer verkieselt und sehr zahlreich; als einige der häufigsten hebt d'Archiac besonders hervor

nach unten:

Exogyra auricularis	*Cucullaea Beaumonti*
Venus plana	*Holaster Fourneli*

in der Mitte:

Amorphozoën, viele Sp.	*Janira quadricostata*
Micraster cor anguinum	*Spondylus striatus*
Terebratula alata	*Trigonia scabra*
. *albensis*	*Lima santonensis*
Ostrea frons	. . . *Dujardini*
. . . . *proboscidea*	*Pleurotomaria santonesa*
. . . . *santonensis*	*Ammonites varians* u. a.

nach oben:

Viele Amorphozoën	*Ostrea vesicularis*
Viele Bryozoën	*Exogyra Matheroniana*
Ananchytes striata	*Modiola Dufrenoyi*
Diadema Kleinii	Ammoniten, selten.

Vierte Etage. Sie hat die einfachste Zusammensetzung, indem sie fast nur aus gelblichweissem bis hellgelbem Kalksteine besteht, welcher bald hart, bald weich und zerreiblich, dicht oder aus spathigen und erdigen Theilen gemengt ist, und hier etwas Sand, dort etwas Glimmer oder Glaukonit enthält. Diese Kalksteinzone, welche im Dép. der Dordogne 80 Meter mächtig wird, verschmälert sich an ihrem östlichen und westlichen Ende bis auf 15 und 12 Meter.

Hier finden sich besonders die aus grossen Radioliten bestehenden Rudistenfelder, in welchen

Hippurites radiosa	*Radiolites ingens*
Radiolites calceoloides	 *Jouanetti*
. *cylindracea*	 *Martiniana*
. *Höninghausii*	 *Toucasiana*
. *crateriformis*	 *Sauvagesii*

und noch viele andere Species vorkommen, weshalb d'Archiac hierher sein erstes Rudisten-Niveau verlegt, welches sonach für uns das dritte in diesem Territorio bildet *).

Ostrea vesicularis bildet im Norden, von Saint-Mametz bis an die Mündung der Gironde, eine sehr beständige Schicht und dort sind auch viele Ueberreste von Echiniden und Bryozoën angehäuft; einige der wichtigsten Formen sind, ausser den bereits genannten,

*) Alcide d'Orbigny rechnet diese Etage zur Senonbildung, und betrachtet sie als vierte Rudistenzone, indem er schon eine solche Zone in der Neocombildung annimmt.

Orbitolites media
Fungia polymorpha
Diadema Kleinii
Ostrea santonensis
Exogyra Matheroniana
Lima maxima, über fussgross
Janira quadricostata
Pecten Dujardini
Cardium productum
Nautilus laevigatus
Ammonites lewesiensis.

Vergleichen wir nun die petrographischen und paläontologischen Charaktere dieses, im Maximo aller seiner Etagen bis 300 Meter mächtigen Territoriums mit jenen des zunächst gelegenen Bassins der Loire, so ist es nach d'Archiac am wahrscheinlichsten, dass

die erste Etage dem oberen Grünsande,
die zweite Etage den Psammiten, Thonen und glaukonitischen Sandsteinen,
die dritte Etage dem Glimmermergel, und
die vierte Etage der gelben Kreide

des Loirebassins entspricht, woraus denn folgen würde, dass das ganze Territorium eine mächtige und sehr eigenthümliche Facies oder Entwickelungsform der Turonbildung darstellt.

Indem wir die Kreideformation am nördlichen Abfalle der Pyrenäen übergehen, weil manche ihrer Verhältnisse, seit der erst in neuerer Zeit erkannten Nothwendigkeit ihrer vollständigen Trennung von der Nummulitenformation, einer Revision zu bedürfen scheinen, so können wir es uns doch nicht versagen, das im südöstlichen Theile Frankreichs, in der Provence und im Dauphiné, so wie in den angränzenden Gegenden Savoyens und der Schweiz verbreitete Territorium in aller Kürze zu schildern, weil uns solches die Kreideformation in einer ziemlichen Vollständigkeit, in einer oft sehr bedeutenden Mächtigkeit, und mit einer eigenthümlichen Facies erkennen lässt.

In der Provence sind nur die drei unteren Abtheilungen der Formation bekannt, von welchen besonders die Neocombildung ausserordentlich entwickelt ist, der Galt aber nur stellenweise eine grössere Bedeutung gewinnt.

Die meisten kleinen Bergketten, welche das Dép. der Rhonemündungen in ostwestlicher Richtung durchziehen, werden von der Kreideformation, und zwar hauptsächlich von der Neocombildung constituirt, welche auch hier durch *Toxaster complanatus*, *Caprotina ammonia* u. a. Fossilien charakterisirt und oft sehr mächtig ist. Bei Orgon und an vielen anderen Punkten zeigen die weissen Caprotinenkalksteine eine vollkommene oolithische Structur. Bei Martigues ist ein Profil entblöst, in welchem von Süden nach Norden die vollständige Reihenfolge der drei unteren Abtheilungen der Formation zu verfolgen ist, nämlich:

a. die **Neocombildung**, als Kalkstein mit *Caprotina ammonia*, und als blaulichgrauer Mergel mit *Belemnites subfusiformis*;

b. der **Galt** als ein sehr eisenschüssiger Kalkstein, und

c. die **Turonbildung** als Kalkstein mit zahlreichen Fossilien, unter denen sich nach oben besonders viele Hippuriten und Radioliten, so wie zuletzt viele Foraminiferen auszeichnen.

Auch bei Cassis liegt im Thale der Bédoule ein sehr schöner Durchschnitt vor, in welchem namentlich der Galt weit deutlicher auftritt, welcher dort gleichfalls als Kalkstein ausgebildet ist.

Mit ähnlichen Eigenschaften setzt die Kreideformation nach Osten in das **Dép. des Var** fort, dessen grösseren Theil sie constituirt, um sich dann weiter nach Osten bis Nizza auszubreiten. Hier, im östlichen Theile des Département, lässt sich in der Linie von Grasse über Escragnolles nach Castellane, ungeachtet vieler Aufrichtungen und Windungen der Schichten, folgende Gliederung der Formation beobachten:

a. **Neocombildung**; bei Castellane weisse dichte Kalksteine, wechselnd mit grauen, gelblichen, und blaulichgrauen Mergeln; diese Schichten enthalten unter anderen folgende Fossilien:

Toxaster complanatus	*Ammonites cryptoceras*
Terebratula praelonga	 *Astierianus*
Crioceras Duvalii	 *Leopoldinus*
...... *Emmerici*	*Belemnites subfusiformis*
Nautilus pseudoelegans	 *dilatatus*

b. **Galt**; bei Escragnolles sehr glaukonitischer daher fast schwärzlichgrüner Sand und Sandstein mit vielen Fossilien, von welchen wir nur einige namhaft machen wollen:

Holaster laevis	*Avellana incrassata*
Discoidea rotula	*Rostellaria Parkinsoni*
Terebratula sella (biplicata)	*Hamites rotundus*
Inoceramus concentricus	*Ammonites Lyelli*
Natica gaultina	 *Beudanti*
Solarium ornatum	 *mammillatus*
Pleurotomaria gurgitis	 *varicosus Sow.*

c. **Turonbildung**; bei Grasse besteht sie theils aus rauchgrauem, sehr dichtem, im Bruche muscheligem, theils aus weissem, fast krystallinischem Kalkstein, theils aus einem mergeligen Kalksteine, in welchem letzteren unter anderen folgende Fossilien vorkommen:

Orbitolites plana	*Exogyra columba*
Terebratula biplicata Sow.	 *haliotoidea*
Inoceramus striatus	*Ammonites rhotomagensis*
Janira aequicostata	 *Couloni Orb.*
Cyprina ligeriensis	 *Mantelli*
Cardium Hillanum	*Turrilites costatus.*

In der Nähe von Castellane enthalten dieselben Schichten, ausser sehr vielen Exemplaren von *Exogyra columba*, auch noch *Pecten orbicularis*, *Arca carinata* u. a. Fossilien.

Bei Castellane sind wir schon in das Dép. der niederen Alpen eingetreten, in welchem nach d'Archiac nur noch die Neocombildung und die Turonbildung nachzuweisen sind, während der Galt fehlt; die beiden vorhandenen Abtheilungen der Formation werden jedoch durch ihre Fossilien vortrefflich charakterisirt. Im Dép. von Vaucluse ist es besonders die Gegend von Apt, welche die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und auch den Namen für jene untere Etage des Galt geliefert hat, die Alcide d'Orbigny als ein selbständiges Glied der Kreideformation betrachtet wissen will (S. 915).

Auch im Dauphiné lassen sich die drei unteren Abtheilungen der Kreideformation nachweisen, von welchen namentlich die Neocombildung oft eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit erlangt, während der Galt nur geringfügig ausgebildet ist, die in ihrer Zusammensetzung sehr veränderliche Turonbildung aber wieder in grösserer Bedeutung auftritt. Besonders interessant sind die Verhältnisse im Dép. der Isère, wo die z. Th. gewaltig dislocirte und in alpinischen Formen aufragende Formation durch Lory und Gras erforscht, und dabei von dem erst genannten Geologen auch die Senonbildung nachgewiesen worden ist.

Die Neocombildung ist nach Lory im Dép. der Isère den mittleren Etagen der Juraformation aufgelagert, und besteht aus verschiedenen Kalksteinen und Mergeln mit *Toxaster complanatus*, *Caprotina ammonia*, Orbitoliten und anderen Fossilien. Der Galt lässt besonders zwei Etagen unterscheiden, von denen die untere, bei 5 bis 20 Meter Mächtigkeit, aus gelben, sandigen und körnigen Kalksteinen voll von Krinoidengliedern, Cidaritenstacheln, Korallen und Muschelfragmenten, die obere, meist sehr schmale und oft nur ein paar Decimeter mächtige Etage aus kalkigthonigen Sandsteinen mit denselben Fossilien wie bei Escragnolles besteht. Ueber ihm beginnt bei Villard-de-Lans und la Fauge die Turonbildung mit sandigem, glaukonitischem Kreidemergel und mit hellgrünem oder grünlichweissem Sandstein, welcher *Turrilites costatus*, *Ammonites varians* u. a. turonische Fossilien enthält; dann folgen die sogenannten *lauzes*, dünnschichtige, oft sehr glaukonitische, und anfangs sandige, später mergelige oder kieselige Kalksteine, und endlich weisser, dichter, mit Hornstein-Nieren erfüllter Kalkstein ohne Fossilien. Bei Grenoble liegen diese *lauzes* und der sie bedeckende Kalkstein unmittelbar über dem Galt, und beide erweisen sich auch dort noch fossilfrei. Allein in den Bergen der Chartreuse entwickeln diese Gesteine immer mehr einen kreideähnlichen Habitus, bis sie endlich als wirkliche Kreide erscheinen, die unmittelbar auf dem Galt gelagert, und auch mit charakteristischen Versteinerungen versehen ist. Unter diesen befinden sich *Ananchytes ovata*, *Inoceramus Cuvieri*, *Janira quadricostata*, Hamiten und *Belemnites mucronatus*. Wo diese Schichten ihre kreideartige Beschaffenheit verlieren, und in härtere, dichte Kalksteine übergehen, da fehlen ihnen auch die Fossilien; aber an ihrem stetigen Zusammenhange mit den vorher genannten Gesteinen ist gar nicht zu zweifeln.

In den Départements des Ain, des Jura und des Doubs, so wie in den angränzenden Gegenden der Schweiz ist besonders die Neocom-

bildung*) sehr entwickelt, welche auch am südlichen Fusse des schweizer Jura auftritt, wo sie bei Neuchâtel von Montmollin zuerst als eine selbständige Abtheilung der Kreideformation erkannt und beschrieben worden ist.

Dort besteht sie von unten nach oben aus gelbem und braunem Kalkstein mit einzelnen Körnern von Bohnerz, aus blaulichgrauen Mergeln, aus gelbem, z. Th. auch röthlich und anders gefärbtem oft oolithischem Kalkstein mit Zwischenlagen von gelben Mergeln, und endlich aus gelbem, dichtem Kalkstein, welcher letztere allein 40 Meter mächtig ist, während die Mächtigkeit aller tieferen Schichten fast eben so viel beträgt. Am besten lässt sich diese Schichtenfolge in der Schlucht beobachten, wo der Seyon am Berge von Chaumont heraustritt, am Schlosse von Neuchâtel, und von dort am Seeufer bis nach Neuville.

An der Perte du Rhône bei Bellegarde (Ain) liegt über der Neocombildung der schon im Jahre 1817 von Al. Brongniart als Grünsand beschriebene, aus mergeligem Kalkstein und aus glaukonitreichen, sandigem Thone bestehende Galt, welcher eine grosse Menge charakteristischer Versteinerungen enthält, weshalb dieser Punkt als eine classische Localität für das Vorkommen dieser Abtheilung der Kreideformation zu betrachten ist. Pictet hat neuerdings eine treffliche Monographie der Fossilien dieser Gegenden geliefert.

§. 434. *Kreideformation im nördlichen Teutschland.*

Nachdem wir in dem englischen und nordfranzösischen Territorio zwei Beispiele für die vollständige und normale, in den übrigen französischen Territorien ein paar Beispiele für die mehr oder weniger unvollständige Entwickelung der Kreideformation kennen gelernt haben, so wenden wir uns jetzt zur Betrachtung einiger ihrer nordteutschen Territorien, in welchen wir abermals einer sehr verschiedenartigen Ausbildung begegnen. Denn nur westlich von der Saale und Elbe sind beinahe alle Abtheilungen der Formation bekannt, während in Sachsen, Böhmen und Schlesien bis jetzt hauptsächlich nur die Turonbildung nachgewiesen worden sein dürfte**). Wir werden uns besonders mit dem westphälischen, mit dem subhercynischen und mit dem sächsischen Territorio beschäftigen.

*) Wir bemerken hierbei, dass die oben S. 871 erwähnten asphaltreichen Schichten von Seyssel und Travers, neueren Beobachtungen zufolge, nicht der Juraformation, sondern der Kreideformation, und zwar der Neocombildung angehören.

**) In Schlesien hat Beyrich auch die Senonbildung erkannt.

A. Westphälisches Territorium der Kreideformation.

Rechnen wir zu diesem Territorio auch den Teutoburger Wald und dessen Ausläufer, so können wir sagen, dass innerhalb seines Bereiches alle vier Abtheilungen der Kreideformation, obwohl in sehr ungleicher räumlicher Verbreitung, vorhanden sind. Denn im Teutoburger Walde ist die Neocombildung durchaus, und der Galt wenigstens stellenweise nachgewiesen worden; in dem ganzen zwischen diesem Gebirge und dem Möhne- und Ruhrthale enthaltenen Landstriche aber herrscht nach Süden und Osten die Turonbildung vor, während sich im Nordwesten die Senonbildung ausbreitet*).

1. Neocombildung im Teutoburger Walde.

Ferdinand Römer hat im Jahre 1848 gezeigt, dass ein bedeutender Theil desjenigen Sandsteins, welcher, die Axe des Teutoburger Waldes bildend, von F. Hoffmann als Quadersandstein bezeichnet worden war, der Neocombildung angehört. Die grosse Armuth an organischen Ueberresten stand allerdings einer genaueren Bestimmung dieses Sandsteins entgegen, bis es dem genannten Geologen glückte, am Tönsberge bei Oerlinghausen (zwischen Bielefeld und Detmold) eine Anzahl von ächt neocomen Fossilien aufzufinden. Später hat er seine Untersuchungen weiter ausgedehnt, und die wichtige Thatsache festgestellt, dass der ganze Sandsteinzug, von Oerlinghausen über Bielefeld bis nach Bevergern am nordwestlichen Ende des Teutoburger Waldes, die Neocombildung repräsentirt. Auch noch bei Rheine an der Ems und bei Bentheim gelang es ihm, diesen neocomen Sandstein nachzuweisen. Auch bestätigte er die schon früher von Hoffmann gemachten Beobachtungen, dass in einem grossen Theile seiner Erstreckung dieser Sandstein, zugleich mit allen ihn unterteufenden und bedeckenden Schichtensystemen, eine vollständige Ueberkippung erlitten hat.

Es ist diess ein meist gelber oder brauner, bisweilen auch weisser Sandstein, welcher, in mächtige Bänke abgesondert, die höchsten Punkte des Gebirges, wie z. B. die Hünenburg bei Bielefeld, die grosse Egge bei Halle und den Dörenberg bei Iberg zusammensetzt. An der Hünenburg, wo seine Schichten 80° in Nordwest fallen, enthält er einzelne Lager eines feinkörnigen, aus erbsengrossen, abgerundeten Quarzkörnern mit eisenschüssigem Bindemittel bestehenden Conglomerates, und mancherlei organische Ueberreste. Am häu-

*) Wir folgen bei der Schilderung der westphälischen Kreideformation den trefflichen Arbeiten, welche Ferdinand Römer theils im Neuen Jahrb. für Min. 1848, S. 786 ff. und 1850, S. 385 ff. theils in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, IV, S. 698 ff. und 728 mitgetheilt hat.

figsten ist eine handgrosse, stark gerippte Lima; ausserdem finden sich aber auch:

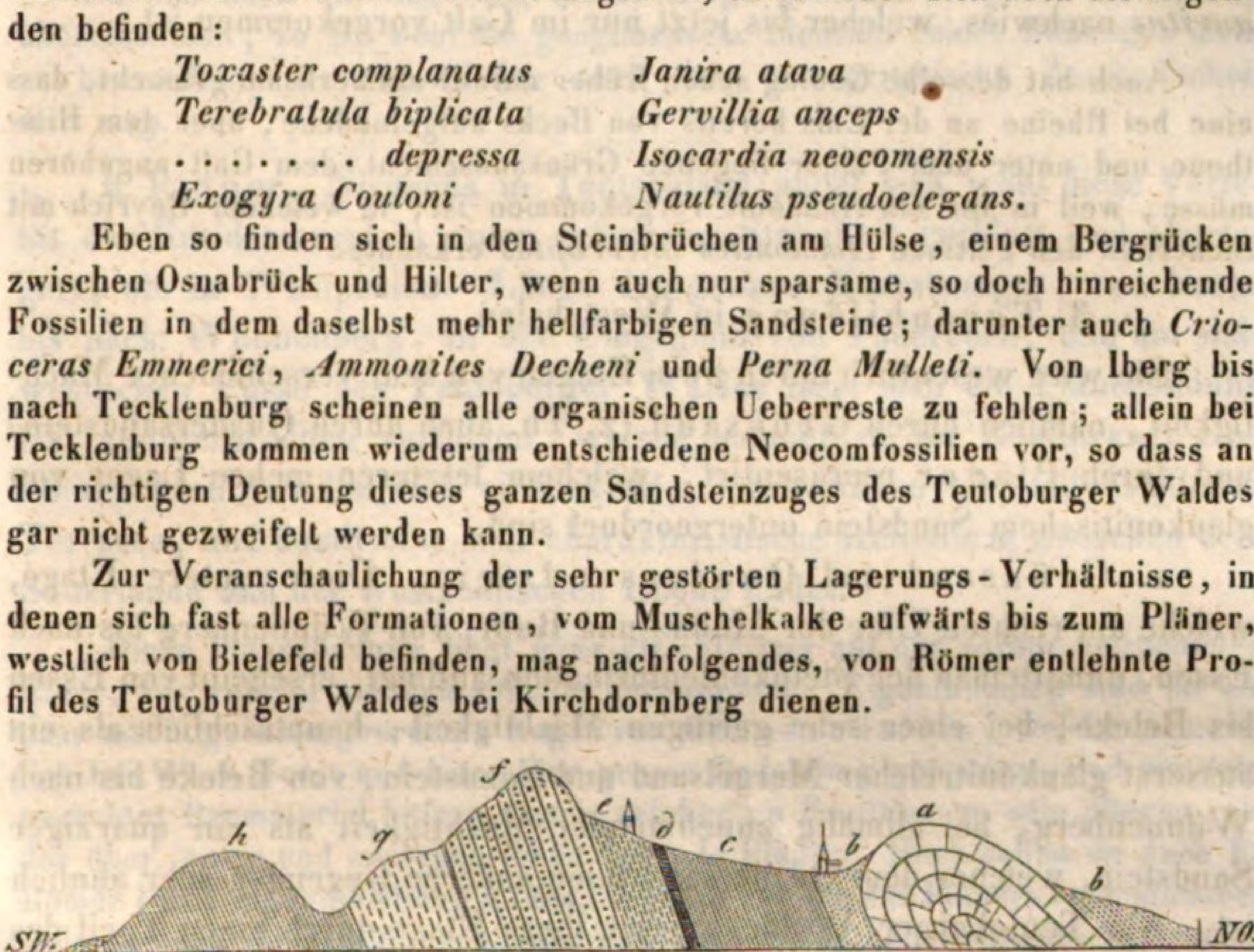
Terebratula depressa	*Pecten crassitesta*
Exogyra Couloni	*Belemnites subquadratus.*

Auch bei Halle werden mehre grosse Steinbrüche betrieben, in welchen Fossilien zwar nur selten, doch aber der genannte Pecten und *Crioceras gigas* gefunden worden sind; dazu kommt noch eine der *Pholadomya elongata* sehr ähnliche Muschel an der grossen Egge. Besonders wichtig sind die Steinbrüche am Barenberge bei Borgholzhausen, wo der braune Sandstein mit seinen untergeordneten Conglomeraten in senkrechten Schichten vortrefflich entblöst und recht reich an Versteinerungen ist, unter denen sich auch die folgenden befinden:

Toxaster complanatus	*Janira atava*
Terebratula biplicata	*Gervillia anceps*
. *depressa*	*Isocardia neocomensis*
Exogyra Couloni	*Nautilus pseudoelegans.*

Eben so finden sich in den Steinbrüchen am Hülse, einem Bergrücken zwischen Osnabrück und Hilter, wenn auch nur sparsame, so doch hinreichende Fossilien in dem daselbst mehr hellfarbigen Sandsteine; darunter auch *Crioceras Emmerici*, *Ammonites Decheni* und *Perna Mulleti*. Von Iberg bis nach Tecklenburg scheinen alle organischen Ueberreste zu fehlen; allein bei Tecklenburg kommen wiederum entschiedene Neocomfossilien vor, so dass an der richtigen Deutung dieses ganzen Sandsteinzuges des Teutoburger Waldes gar nicht gezweifelt werden kann.

Zur Veranschaulichung der sehr gestörten Lagerungs-Verhältnisse, in denen sich fast alle Formationen, vom Muschelkalke aufwärts bis zum Pläner, westlich von Bielefeld befinden, mag nachfolgendes, von Römer entlehnte Profil des Teutoburger Waldes bei Kirchdornberg dienen.



Jacobs B. Buse B. Kirchdornberg

a. Muschelkalk	*e.* Wealdenthon
b. Bunte Keupermergel	*f.* Neocomsandstein
c. Lias	*g.* Flammenmergel
d. Serpulitenkalk	*h.* Pläner.

Man sieht, wie der Muschelkalk in einem heteroklinen Sattel aufragt, mit dessen überkipptem südwestlichem Flügel eine allgemeine Ueberstürzung aller jüngeren Formationen beginnt. Bei Rheine und Bentheim findet jedoch wieder die normale Lagerung Statt, indem dort die nach Süd einfallenden Schichtensysteme regelmässig von Norden nach Süden über einander folgen.

2. Galt in Westphalen.

Da der Flammenmergel im Teutoburger Walde zwischen dem neocomen Sandsteine und dem turonischen Pläner liegt, so könnte er, dieser

Lagerung zufolge, wenigstens theilweise als ein Vertreter des Galt zu betrachten sein. In der That sprechen auch einige Beobachtungen aus der Gegend von Goslar für die Wahrscheinlichkeit dieser Vermuthung, welche sich freilich am Teutoburger Walde, bei dem gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten, nicht beweisen lässt. Dass aber dort wirklich Schichten vorkommen, welche auch paläontologisch als Galt charakterisirt sind, dafür hat F. Römer neulich den Beweis geliefert, indem er in dem braunrothen Sandsteine, der bei Schwanei den Pläner vom Neocomsandsteine trennt (S. 923) einen Ammoniten, nämlich *Ammonites auritus* nachwies, welcher bis jetzt nur im Galt vorgekommen ist.

Auch hat derselbe Geolog schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass eine bei Rheine an der Ems bereits von Becks aufgefundene, über dem Hilsthone und unter dem Pläner liegende Grünsandschicht dem Galt angehören müsse, weil in ihr ein Ammonit vorgekommen ist, in welchem Beyrich mit Sicherheit den galtinen *Ammonites interruptus* erkannte.

3. Turonbildung in Westphalen.

Sie wird wesentlich durch zwei Etagen von sehr verschiedener Mächtigkeit, nämlich durch Grünsand (z. Th. auch durch Quadersandstein) und durch Pläner repräsentirt, welchem letzteren mehre Lager von glaukonitischem Sandstein untergeordnet sind.

a. Grünsand und Quadersandstein. Diese untere Etage, welche am rechten Ufer der Möhne und Ruhr, von Wünnenberg bis nach Essen, unmittelbar der Steinkohlenformation aufliegt, erscheint von Essen bis Beleke, bei einer sehr geringen Mächtigkeit, hauptsächlich als ein äusserst glaukonitreicher Mergelsand und Sandstein, von Beleke bis nach Wünnenberg, bei allmälig zunehmender Mächtigkeit als ein quarziger Sandstein, welcher dem Quadersandsteine anderer Gegenden sehr ähnlich ist. Am Teutoburger Walde scheint diese Etage durch einen Theil des Flammenmergels vertreten zu werden.

Bei Frohnhausen unweit Essen ist es ein sandiger, graulichgrüner Mergel von sehr geringer Consistenz, aber reich an vortrefflich erhaltenen Petrefacten; bei Billmerich und Fröhmern, südlich von Unna, ist es ein conglomerat- oder breccienartiges Gestein von gelber Färbung, welches in einzelnen, sich rasch auskeilenden Stöcken von 3 bis 4 Fuss Mächtigkeit über den Schichten der Steinkohlenformation liegt; bei Bausenhagen erscheint ein brauner, sehr eisenschüssiger, glaukonitischer Sand, der etwa 10 Fuss mächtig ist; weiter östlich gegen Wiehagen, in der Waterlappe bei Bremen, bei Himmelspforte, Günne und Wamel steht ausgezeichneter Glaukonitsand an; bei Rüthen endlich bildet Quadersandstein eine nach Süden steil abfallende Terrasse von 15 bis 20 Fuss Höhe, während er bei Wünnenberg bis 50 Fuss mächtig wird, und oft eine conglomeratähnliche Beschaffenheit annimmt. Becks, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. VIII, 1835, S. 302 ff.

Diese Etage ist nach F. Römer eine der belgischen Tourtia aequivalente und mit dem aufliegenden Pläner durch Uebergänge sehr innig verbundene Bildung der oberen Kreideformation. Folgende Fossilien hat sie mit der Tourtia gemein:

Manon peziza Goldf.	*Ostrea macroptera Sow.*
Terebratula canaliculata A. Röm.	 *carinata Lam.*
. *pectoralis A. Röm.*	*Exogyra lateralis Dubois*
. *gallina Brong.*	 *haliotoidea Goldf.*
. *Tornacensis Arch.*	*Arca isocardiaeformis Nyst*
. *Nerviensis Arch.*	*Ammonites varians.*

Da nun auch die Lagerung dieser Etage gänzlich mit jener der Tourtia übereinstimmt, so ist wohl die geognostische Identität beider Bildungen nicht zu bezweifeln, wie verschieden auch ihre petrographische Beschaffenheit sein mag.

b. Pläner. Nirgends in Teutschland findet sich wohl diese Varietät der Kreidemergel in einer grösseren Stetigkeit entblöst und abgelagert, als in Westphalen. Längs des ganzen Haarstranges, von Essen bis nach Wünnenberg, in der Umgegend von Paderborn, und am südwestlichen Fusse des Teutoburger Waldes lässt sich die Plänerbildung fast ununterbrochen verfolgen, welche namentlich im Haarstrange eine breite, nach Norden sich einsenkende, nach Süden oft steil abfallende Terrasse, und damit eine sehr charakteristische Reliefform zwischen dem Sauerlande und der westphälischen Ebene bildet.

Diese Plänerbildung liegt ganz gleichförmig auf der vorher betrachteten Etage, aus welcher sie sich allmälig herausbildet. Eigenthümlich sind ihr ein paar mächtige untergeordnete Lager von Grünsandstein, welche namentlich bei Werl, Soest und Unna eine grosse Bedeutung gewinnen, und ein sehr gesuchtes Baumaterial liefern, auch reicher an Fossilien zu sein pflegen, als der über, unter und zwischen ihnen liegende Pläner. Doch sollen sie nach F. Römer keine eigenthümliche Fauna, sondern nur die des Pläners verschliessen, welcher auch seinerseits nach oben und nach unten keine wesentlichen petrographischen und paläontologischen Verschiedenheiten erkennen lässt. Der Grünsandstein bildet also nur ein paar petrographisch eigenthümliche Einlagerungen des Pläners und stellt mit ihm zugleich ein einziges und (paläontologisch) untheilbares Schichtensystem dar.

Nach den von Geinitz mitgetheilten Angaben des Markscheider Heinrich ist in der Gegend von Essen nach Dortmund das untere Grünsandsteinlager 6 bis 8, das obere Lager 8½ Lachter mächtig, während die Mächtigkeit des unteren Pläners 13 bis 33, die des oberen Pläners 20 bis 33 Lachter beträgt, so dass die gesammte Plänerbildung auf 300 bis 500 Fuss Stärke zu veranschlagen sein würde. Das Quadersandsteingebirge in Deutschland, S. 20 f.

4. Senonbildung in Westphalen.

Ein weit grösseres Areal als der Pläner nehmen in Westphalen andere Gesteine ein, welche über ihm liegen, und paläontologisch als

Glieder der Senonbildung charakterisirt sind. In dem ganzen Gebiete zwischen dem Teutoburger Walde, der Lippe und Embsche, und einer von Mühlheim nach Rheine gezogenen Linie dürften sie den Untergrund des Landes bilden. An ihrer Gränze gegen den Pläner liegen mächtige Diluvialmassen, weshalb ihre Auflagerung auf dem ersteren nirgends zu beobachten ist. Sie zerfallen übrigens in zwei Etagen, eine untere, thonigkalkige, und eine obere, sandige.

a. Thonigkalkige Etage. Man kennt sie besonders zwischen der Embsche und Lippe bei Recklinghausen, westlich von Münster bei Coesfeld, Ahaus, Stadtlohn und Oeding, so wie südöstlich von Münster bei Stromberg und Beckum, an welchen Orten sie überall mit mehr oder weniger verschiedenen petrographischen Eigenschaften ausgebildet ist.

In dem Hügelzuge bei Recklinghausen besteht sie aus Mergeln, deren bathrologische Stellung als einer Aequivalentbildung der weissen Kreide durch ihre organischen Ueberreste bewiesen wird, zu welchen *Belemnites mucronatus*, *Ostrea sulcata*, *Apiocrinus ellipticus* und *Asterias quinqueloba* gehören.

In der Hügelgruppe der Baumberge bei Coesfeld wechseln Mergel mit einem gelblichweissen, kalkigen Sandsteine, welcher fossile Fische enthält, während die ausserdem vorkommenden Fossilien abermals für den Synchronismus mit der oberen Kreide sprechen; denn mit *Ananchytes ovata* finden sich *Ostrea vesicularis*, *Inoceramus Cripsii*, *Belemnites mucronatus* und *Baculites anceps; Turrilites polyplocus*, *Coeloptychium agaricoides* und *Scyphia Decheni* beweisen die Uebereinstimmung dieser Schichten mit jenen, welche auf der Nordseite des Teutoburger Waldes die bekannte Hügelgruppe von Lemförde und Haldem bilden.

Weit ähnlicher der weissen Kreide, und ihr am ähnlichsten unter allen im nordwestlichen Teutschland bekannten Gesteinen sind diejenigen, welche westlich von Coesfeld, bei Ahaus sowie zwischen Stadtlohn und Wesecke auftreten; doch enthalten sie, ausser *Galerites albogalerus*, *Terebratula pisum* und *T. Becksii* nur sehr wenige Versteinerungen.

Abermals verschieden sind die zwischen der Ems, Lippe und dem Stever, bei Stromberg, Beckum, Oelde u. a. O. vorkommenden Schichten, welche aus grauen, an der Luft bald zerfallenden Mergeln, und aus dünnen Schichten oder Platten eines grauen Kalksteins bestehen, aber sehr arm an Fossilien sind, unter denen *Belemnites mucronatus* und *Baculites anceps* noch am häufigsten vorkommen. Auch finden sich *Micraster cor anguinum*, *Ananchytes ovata*, *Ammonites Lewesiensis*, und Fische.

b. Sandige Etage. Sie ist vorzüglich in der Hügelgruppe der Haard, zwischen Recklinghausen und Haltern, so wie in der Hügelgruppe der hohen Mark, nordwestlich von Haltern, und von dort aus bis nach Borken verbreitet, erscheint auch bei Coesfeld und Dülmen, und besteht vorwaltend aus Sand und Sandstein.

In der Haard ist es loser, gelber oder brauner Quarzsand, welcher mehre hundert Fuss mächtig wird, und faust- bis kopfgrosse verschiedentlich gestaltete, lagenweise geordnete Concretionen von Quarzit, kleine Platten von sandigem Brauneisenerz sowie Bänke von rauhem, gelbem Sandstein umschliesst. Besonders häufige Fossilien sind *Pecten muricatus*, *Janira quadricostata* und *Pinna quadrangularis*, deren verkieselte Schalen überall herumliegen; seltener finden sich *Exogyra laciniata*, *Trigonia aliformis*, *Pholadomya caudata*, *Turritella sexlineata*, *Callianassa Faujasii*, und Abdrücke von *Credneria*. — „Diese Versteinerungen, sagt F. Römer, lassen keinen Zweifel übrig in Betreff der allgemeinen Stellung der die Hügelgruppe der Haard zusammensetzenden Schichtenfolge. Die früher (von Hoffmann und Becks) aufgestellte Ansicht, als entspreche dieselbe dem Quadersandsteine Sachsens und Böhmens, wird dadurch völlig beseitigt. Alle genannte Arten, mit Ausnahme des *Pecten muricatus*, sind bekannte Arten der weissen Kreide.“ Will man diese Schichten mit anderen vergleichen, so bieten sich als die nächsten die des Lousberges bei Aachen und des Aachener Waldes dar.

Dieselben sandigen Gesteine setzen die Hügelgruppe der hohen Mark zusammen, sowie die Reckenschen Berge, und die östlich von Haltern liegenden Borkenberge, in welchen der Sand ausserordentlich reich an Eisenoxydhydrat und an Concretionen von sandigem Brauneisenerz ist; (S. 922). Von da lassen sie sich über Dülmen und Coesfeld bis nach Ahaus verfolgen.

B. Subhercynisches Territorium der Kreideformation.

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung im Gebiete der subhercynischen Kreideformation.

In denen zwischen Westphalen und Sachsen liegenden Regionen Hannovers und Braunschweigs ist die Kreideformation besonders durch die Arbeiten Adolph Römer's bekannt worden*), als deren wichtigstes Resultat der damals zuerst gegebene Nachweis der Neocombildung im nordwestlichen Teutschland zu betrachten ist, welche Römer, nach ihrem hauptsächlichen Vorkommen in der Hilsmulde bei Alfeld, anfangs unter dem Namen des Hilsconglomerates und Hilsthones einführte, während er sie gegenwärtig in drei Etagen sondert.

Diese Etagen sind von unten nach oben:

a) Hilskalkstein; gelblicher oder bräunlicher, bisweilen conglomeratartiger, harter Kalkstein, der nach oben oft in thonige, oolithische oder sandige, eisenschüssige Mergel übergeht.

b) Hilsthon; dichter, selten schieferiger, bis 1000 Fuss mächtiger Thon, welcher oft reich an Eisenerzen ist, und in der Hilsmulde viele Gypsstöcke enthält.

*) In dem Werke: die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges 1841.

c) Hilssandstein; gelblicher oder weisser, meist feinkörniger Sandstein, der bisweilen Concretionen von Chalcedon oder (wie an der Fuhregge bei Delligsen) Lager von sandigem Gelbeisenstein umschliesst, und 25 bis 300 Fuss mächtig wird.

Die Fossilien dieser drei Etagen stimmen mit denen der Neocombildung des südlichen Frankreich und anderer Gegenden überein. Synopsis der Mineralogie und Geognosie, 1853, S. 372.

Bei Braunschweig ist neulich durch v. Strombeck die Neocombildung beschrieben worden, welche dort in der Hauptsache aus einem blaulichgrauen, z. Th. schiefrigen Thone besteht, der mehre hundert Fuss mächtig ist, nach oben stellenweise kleine Gypskrystalle und Lagen von Thoneisenstein-Nieren, Sphärosiderit und unreinem Kalkstein, aber wenige Fossilien, nach unten dagegen mehr stockartige Ablagerungen von blaulichgrauem oder gelblichbraunem Kalkstein, von Bohnerz oder oolithischem Eisenerz umschliesst, in denen sehr viele Fossilien vorkommen.

Die häufigsten unter diesen Fossilien sind nach v. Strombeck:

Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Pyrina pygaea	*Pecten crassistesta*
Terebratula oblonga	*Janira atava*
. *depressa*	*Myopsis arcuata*
. *sella*	*Belemnites subquadratus*
Ostrea macroptera	*Ammonites Astierianus.*

Die grösste Aehnlichkeit haben diese unteren Schichten in paläontologischer Hinsicht mit den unteren Neocomschichten der Schweiz, namentlich wie dieselben am Salève bei Genf vorkommen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, 462 ff.

Nach Südosten und Süden hin scheint sich die Neocombildung von Braunschweig aus weit zu erstrecken; ja sie ist gegen Süden sogar noch am Harzrande von F. Römer und Beyrich erkannt worden; auch hat sich Beyrich neuerdings dahin erklärt, dass die südlich von Halberstadt und bei Quedlinburg auftretende Sandsteinbildung, welche er früher als unteren Quadersandstein bezeichnete, der Neocombildung angehört.

Am nördlichen Harzrande erscheint die Neocombildung in dem Striche von Langelsheim über Goslar und Ocker bis Neustadt. Ihre tiefsten, aus hartem Kalkstein bestehenden Schichten werden von lockerem, oft sehr glaukonitischem Sande, Thone, Thonsande und Mergel gebildet, welche unregelmässige Concretionen von festeren Gesteinen, und viel Eisenerz enthalten; es sind dieselben Ablagerungen, welche in der Gegend von Salzgitter so reiche Eisensteinlager umschliessen (S. 945). Alle diese Schichten, welche nur zu beiden Seiten des Ockerthales und Radauthales, bei Ocker und Neustadt bekannt sind, vereinigt Beyrich unter dem Namen der Hilsbildungen zu einer Etage.

Weiter westlich, von Goslar bis Langelsheim, fehlen diese Hilsbildungen, und dort bildet ein neocomer Quadersandstein, welchen Beyrich Hilssandstein nennt, die tiefste sichtbare Etage der Kreideformation. Zwar ist er hier am Harzrande fast ganz versteinerungsleer; aber seine Lagerung unmittelbar über dem Keuper, und tief unter anderen Schichten mit cenomanen oder unterturonischen Fossilien bestimmen seine bathrologische Stelle. — Es ist der nämliche Sandstein, mit welchem die Kreideformation auch in der Gegend zwischen Halberstadt, Blankenburg und Quedlinburg beginnt, wo derselbe in einem, von Langenstein über Quedlinburg bis gegen Badeborn laufenden Sattel zu Tage austritt, in dessen Axe auch die Keuper- und Liasformation entblöst sind. Dieser Sattel ist eine jener vielen Falten, zu welchen die subhercynischen Sedimentformationen bei der letzten Erhebung des Harzgebirges zusammengestaucht wurden, welche am Harzrande selbst eine allgemeine Ueberkippung dieser Formationen verursachte. Nicht die ganze Masse dieses Quedlinburger Sandsteinsattels entspricht petrographisch dem gewöhnlichen Begriffe des Quadersandsteins; denn es kommen auch hier und da glaukonitische, und vielorts braune, eisenschüssige Sandsteine, so wie bei Langenstein ein rothes Thonlager, und bei Quedlinburg ein stark eisenhaltiges, thonig-kalkiges Zwischenlager vor, welches, wie Beyrich schon früher bemerkte, an manche, den Hilsbildungen angehörende Massen erinnert. Beyrich in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, 320 und III, 569.

2. Galt der subhercynischen Kreideformation.

Diese Abtheilung der Kreideformation dürfte, wenn sie überhaupt vorhanden ist, nur durch einen Theil des sogenannten Flammenmergels vertreten sein, in welchem Ferdinand Römer nordwestlich von Goslar, bei Langelsheim, wo dieser Mergel in einer steil aufgerichteten Zone zwischen dem vorher erwähnten Neocomsandsteine und dem Pläner auftritt, drei, anderwärts im Galt vorkommende Fossilien gefunden hat.

Es sind diess zwei Ammoniten, nämlich *Ammonites Majoranus d'Orb.* und *A. inflatus Sow.*, so wie *Solarium ornatum.* Indessen bemerkt Römer selbst, dass diese drei Fossilien, obgleich weit verbreitet im Galte Frankreichs und Englands, doch in ihrem Vorkommen nicht ausschliesslich auf ihn beschränkt sind, sondern auch in die Turonbildung hinaufreichen, so wie dass die enge stratographische und paläontologische Verknüpfung des Flammenmergels mit dem Pläner seine unbedingte Gleichstellung mit dem Galt bedenklich erscheinen lässt. Denn, wie arm auch der Flammenmergel im Allgemeinen an Fossilien ist, so finden sich in ihm doch hin und wieder, namentlich auch bei Langelsheim, *Avicula gryphaeoides Sow.*, *Ammonites varians Sow.* und *Pecten quadricostatus.* Neues Jahrbuch für Min. 1851, S. 312 ff. Daher glaubt auch Hermann Römer, dass der Flammenmergel schon der oberen Kreideformation angehört, während Beyrich sich der auch von Ferd. Römer ausgesprochenen Ansicht anschliesst, dass er theils zum Galt, theils zur Cenoman- oder unteren Turonbildung zu rechnen sei. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 520 und 570.

II. Obere Kreideformation*).

3. Turonbildung der subhercynischen Kreideformation.

Sie wird, gerade so wie in Westphalen, vorwaltend vom Pläner gebildet, unter welchem noch zwischen Halberstadt, Blankenburg und Quedlinburg glaukonitische, sandige Mergel als Vertreter des Grünsandes auftreten, die anderwärts durch einen Theil des Flammenmergels ersetzt zu werden scheinen.

Geinitz hat aufmerksam darauf gemacht, dass der glaukonitische Mergelsand, welcher z. B. bei der Steinholzmühle, nordwestlich von Quedlinburg, zwischen dem Neocomsandsteine und dem Pläner auftritt, durch seine Fossilien als ein Aequivalent der belgischen Tourtia und also auch des westphälischen unteren Glaukonitsandes charakterisirt ist. Ueber ihm und, wo er fehlt, über dem Flammenmergel breitet sich nun der Pläner aus, von welchem A. Römer schon lange bewiesen hat, dass er das Aequivalent des englischen Kreidemergels ist. Dieser Pläner ist bald mehr als Mergel, bald mehr als Kalkstein ausgebildet, und erlangt oft eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, welche z. B. bei Alfeld in Hannover viele 100 Fuss, bei Langelsheim unweit Goslar mindestens 1000 Fuss beträgt, so dass er sich auch hier als eines der wichtigsten Glieder der oberen Kreideformation zu erkennen giebt, welches jedoch, ungeachtet mancher petrographischen Verschiedenheiten seiner Schichten, hier wie in Westphalen als eine einzige, paläontologisch untheilbare Ablagerung zu betrachten sein dürfte. Einige der wichtigsten Fossilien, welche er z. B. bei Langelsheim enthält, sind nach F. Römer:

Holaster subglobosus	*Inoceramus*, mehre Species
Micraster cor anguinum	*Ammonites varians*
Galerites cylindricus	 *peramplus*
Terebratula octoplicata	*Turrilites costatus*.
. *semiglobosa*	

4. Senonbildung der subhercynischen Kreideformation.

Nach Beyrich zeigt diese Abtheilung der Kreideformation nördlich vom Harze die grösste Manchfaltigkeit ihrer Zusammensetzung, so dass sich viele Glieder unterscheiden lassen, welche jedoch oftmals nur einen localen Werth haben. Als die wichtigsten dieser Glieder sind von unten

*) Wir beschränken uns in Betreff der oberen Kreideformation fast nur auf die, nordöstlich des Harzrandes von Goslar bis Ballenstedt gelegenen Gegenden, über welche in neuerer Zeit Beyrich sehr wichtige Arbeiten geliefert hat. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 288 ff. und III, S. 567 ff. Da jedoch leider in beiden Abhandlungen keine paläontologischen Angaben enthalten sind, da es uns nicht möglich war, die älteren Angaben in das ganz neue Gliederungsschema Beyrich's richtig einzuordnen, so müssen wir freilich darauf verzichten, die paläontologischen Charaktere der verschiedenen von ihm aufgestellten Glieder und Etagen mitzutheilen.

nach oben die Gruppe des oberen Quaders, die Gruppe der Kreidemergel, und die von Beyrich als Ueberquader bezeichnete Gruppe zu betrachten.

a. Gruppe des oberen Quaders. Sie ist besonders in zwei Regionen, nämlich zwischen Quedlinburg und Halberstadt, so wie zwischen Blankenburg, Derenburg und Westerhausen verbreitet, und lässt, ausser dem oberen Quadersandstein, noch eine ihn unterteufende und eine ihn bedeckende Mergel-Ablagerung unterscheiden.

Der obere Quadersandstein, als das mittlere Glied der ganzen Gruppe, fällt durch seine Formen von allen Seiten zuerst in die Augen; er bildet zwischen Halberstadt und Quedlinburg eine Mulde, deren Flügel in zwei parallel fortlaufenden, nach aussen schroff, nach innen sanft abfallenden Bergrücken aufragen. Das Gestein ist gewöhnlich ein weisser, feinkörniger Sandstein, welcher stellenweise conglomeratartige Schweife und Nester, auch hier und da, wie z. B. an den Clusbergen und am Steinholze, etwas Glaukonit enthält. Die Mächtigkeit dieses, in vielen Steinbrüchen aufgeschlossenen Sandsteins schwankt von 50 bis über 100 Fuss.

Diese Sandsteinmulde wird nun mit concordanter Lagerung von einer Mergelmulde getragen, deren Schichten rings um den Sandstein zu Tage austreten, und von Beyrich, nach ihrem anderweiten Vorkommen am Salzberge bei Quedlinburg, Salzbergmergel genannt werden. Sie erscheinen als ein sehr glaukonitreicher, daher grüner, thonigkalkiger Sand oder Sandstein, von etwa 50 Fuss mittlerer Mächtigkeit, und sind am Salzberge reich an Versteinerungen.

Dagegen wird die Mulde des oberen Quadersandsteins von einer neueren Sandbildung bedeckt, welche Beyrich, nach einem in ihrem Gebiete liegenden Gehöfte, den Sand von Münchenhof nennt. Es ist eine lockere, bald grüne, bald bräunlichgelbe bis braune, aus Sandkörnern, Glaukonit und eisenschüssigem Thon bestehende Ablagerung.

In der südlichen, zwischen dem Quedlinburger Sattel und dem Harzrande gelegenen Mulde des oberen Quaders kennt man besonders die Salzbergmergel und den oberen Quadersandstein, welcher letztere daselbst bei Blankenburg die bekannten Felsen des Regensteins und Heidelberges bildet, und von dort aus gegen Derenburg eine bedeutende Ausdehnung gewinnt. Das theils mergelige, theils sandsteinartige Aequivalent des Münchenhofer Sandes ist am Plattenberge bei Blankenburg und zwischen dieser Stadt und Heimburg vorhanden.

Uebrigens gesteht Beyrich selbst dieser Gliederung des oberen Quaders nur eine locale, lediglich für die genannten subhercynischen Regionen giltige Bedeutung zu.

b. Gruppe der Kreidemergel. Bei Heimburg, Wernigerode, Ilsenburg, Goslar und von dort bis nach Osterwyck gewinnt diese Gruppe eine bedeutende Verbreitung; auch gehören zu ihr die oft besprochenen, festen und sandigen, z. Th. selbst conglomeratartigen Gesteine des Sudmerberges bei Goslar.

Ihre Auflagerung auf der Gruppe des oberen Quader ist in der Gegend von Heimburg evident. Obgleich also östlich von diesem Orte die Gruppe der Kreidemergel, und westlich davon die Gruppe des oberen Quaders verschwindet, so sind doch beide nicht als aequivalente und gleichzeitige, sondern als successive und über einander liegende Bildungen zu betrachten.

c. Gruppe des Ueberquaders. Diese Gruppe hat Beyrich bis jetzt in grösserer Verbreitung nur bei Quedlinburg, auf einem kleineren Raume aber nordwestlich von Heimburg nachzuweisen vermocht*). Vom Regensteine bei Blankenburg erstreckt sie sich zwischen Quedlinburg und Thale bis in die nördlich von Ballenstedt liegende Gegend und noch weiterhin, die ganze Mulde zwischen dem Harzrande und dem Quedlinburger Sattel des Neocomsandsteins erfüllend.

Ueber diese letzte Etage der subhercynischen Kreideformation spricht sich Beyrich folgendermaassen aus. Im Allgemeinen besteht der Ueberquader aus sandigen Ablagerungen, zwischen denen Sandsteine vom Charakter des Quadersandsteins nicht ausgeschlossen sind. Ueberwiegend aber und bezeichnend sind die Anhäufungen von lockerem Sand und von Quarzkieseln, in welchen festere Concretionen in der Form von losen Blöcken der verschiedensten Grösse, seltener regelmässig aushaltende Lager von sehr festen Kieselsandsteinen und Kieselconglomeraten liegen. Sind diese Massen ringsum freie Blöcke, so zeigen sie in der Regel, bei möglichst unregelmässigen äusseren Formen, eine wie polirt glänzende, allen Unebenheiten der Form folgende Oberfläche, und gleichen alsdann sehr den ähnlichen im Braunkohlensande gebildeten Blöcken; v. Dechen nannte sie glasirte Blöcke.

Weiter sind für den Ueberquader bezeichnend Einlagerungen von farbigen Thonen und von Kohle. Bei Quedlinburg aber (so wie auch in Schlesien) sind die in der Nähe der Kohlenflötze liegenden Muscheln entschieden marin**).

„Eine genauere Betrachtung der dem Ueberquader angehörigen organischen Ueberreste, sagt Beyrich, wird die Unterscheidung dieser Bildung als ein eigenthümliches Formationsglied des Kreidegebirges im nordöstlichen Teutschland rechtfertigen. Die speciellere Zusammensetzung des Ueberquaders aus einem unteren und oberen Theile am Harzrande betrachte ich, in gleicher Weise wie die des oberen Quaders, nur als eine locale Gliederung; sie ist dadurch bedingt, dass dem unteren Theile hier ausschliesslich die Ein-

*) In Schlesien hat er sie gleichfalls an der Nordseite des Riesengebirges erkannt.

**) Es sind diess nämlich die oben (S. 944) erwähnten Kohlen von Wenig-Rackwitz, Ottendorf und Wehrau in Schlesien, welche Beyrich, zugleich mit denen sie einschliessenden Schichten, zu seinem Ueberquader rechnet.

lagerungen von Kieselsandsteinen angehören, während an der Nordseite des Riesengebirges diese Gesteine gerade umgekehrt sich mehr in dem oberen Theile der Bildung zeigen."

„Am ausgezeichnetsten ist die Erscheinung dieses unteren Ueberquaders am nördlichen Rande der Mulde bei Westerhausen. Ueberraschend ist der Blick auf die Umgebung dieses Dorfes, wenn man auf der Höhe, von Warnstedt kommend, plötzlich eine Gruppe von Buckeln und Rücken hervortreten sieht, welche, mit festen Gesteinsblöcken bedeckt, zuerst den Eindruck einer gewaltigen Zertrümmerung machen. Untersucht man die Structur dieser auffallenden Berge genauer, so zeigt sich, dass die über einander gethürmten Blöcke schon ursprünglich als solche von einem lockeren Sande rings umhüllt waren, nach dessen Fortspülung sie zurückblieben und da über einander stürzten, wo sie ihre Unterlage verloren. Nie gleichen sie Geröllen, sondern sie erhielten ihre unregelmässigen, eher wie ausgenagt oder ausgespült, als wie gerollt aussehenden Formen gleich bei ihrer Entstehung, daher auch die glasirte Oberfläche auf den vertieften Stellen eben so wie auf den erhabenen vorhanden ist. Das sehr feste Gestein besteht aus denselben Sandkörnern, welche als lockerer Sand die Blöcke umhüllen; dem Zutritt eines kieseligen Cämentes verdankt es seine Entstehung."

„Am Harzrande, fährt Beyrich fort, betrachte ich die Teufelsmauer zwischen Warnstedt, Weddersleben und Thale als das Aequivalent der Blöcke von Westerhausen. Als ein scharfes, geradliniges Felsenriff steigt diese Teufelsmauer südlich von Warnstedt aus dem Boden hervor, und zieht sich von hier zur Bode hin. Aehnlich wie bei dem Gesteine der Blöcke von Westerhausen fällt auch bei ihr an vielen Stellen das zerfressene Ansehen der Felsen und die glänzend glatte Oberfläche derselben auf. Oestlich von der Bode bildet eine der Teufelsmauer ähnliche feste Sandsteinbank den langen Rücken, welcher bei dem Dorfe Rieder beginnend über die Gegensteine nördlich von Ballenstedt gegen Radisleben hinläuft. Auf seinem Kamme ragt die, meist nur 20 Fuss mächtige und hier wie an der Teufelsmauer vertical aufgerichtete Bank in der Form einer vielfach zerrissenen und eingestürzten Felswand hervor.

Die oberen Ablagerungen des Ueberquaders, Sandstein und Sand mit Einlagerungen von Thon und Kohle, erlangen ihre grösste Entwickelung im westlichen Theile der Mulde, zwischen Quedlinburg, Westerhausen, Warnstedt und Weddersleben. Ueber den Salzbergmergeln liegt am linken Ufer der Bode oberhalb Quedlinburg zuerst eine gegen 200 Fuss mächtige Etage eines feinkörnigen, lockeren Sandsteins, welcher zwei mächtige Zwischenlager von rothem und violettem Thon oder Schieferthon, und von grauem Thon mit Pflanzenresten einschliesst. Dieser Sandstein erhebt sich aus dem Bodethale bis zur Höhe der Altenburg und erstreckt sich von dort bis nach Westerhausen, wo er die blockführende Ablagerung bedeckt, und im Wege nach Warnstedt sehr schön als eine Wechsellagerung von Sandsteinbänken mit rothen und weissen Thonschichten entblöst ist. Im Bodethale folgt über dem Sandstein eine 60 bis 100 Fuss mächtige Ablagerung von losem Sande mit bunten Thonen, in welcher die Kohlenflötze liegen, deren Kohle, eben so wie die sie begleitenden Gesteine, ununterscheidbar den entsprechenden Gesteinen bei Wenig-Rackwitz, Ottendorf und Wehrau in Schlesien gleichen.

C. Kreideformation im Königreiche Sachsen.

Das sächsische Territorium der Kreideformation gleicht insofern den beiden französischen Territorien an der Loire und am Südwestabfalle des Centralplateaus (S. 992 und 993), wiefern es paläontologisch fast nur als eine sehr mächtige Entwickelung der Turonbildung charakterisirt ist. Aber freilich erscheint es ganz verschieden in petrographischer Hinsicht, indem es, eben so wie das angränzende böhmische und schlesische Territorium, vorwaltend aus Sandstein und aus Pläner besteht, und, namentlich durch das sehr bedeutungsvolle Auftreten des letzteren Gesteins, eine nahe Verwandtschaft mit der Turonbildung der westphälischen und subhercynischen Kreideformation beurkundet.

Bei der Darstellung der sächsischen Kreideformation können wir keinen besseren Führer wählen, als Geinitz, welcher dieselbe wiederholt einer so gründlichen paläontologischen Untersuchung unterworfen hat, dass wohl wenige cretacische Regionen Teutschlands in Bezug auf ihre organischen Ueberreste mit gleicher Genauigkeit erforscht sein dürften. Aber auch in petrographischer und stratographischer Hinsicht verdanken wir diesem trefflichen Forscher viele sehr werthvolle Aufschlüsse; wie z. B. über die Glaukonitführung der sächsischen Kreideformation, welche er in einer von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft gekrönten Preisschrift, unter dem Titel: „das Quadergebirge, oder die Kreideformation in Sachsen, mit besonderer Berücksichtigung der glaukonitischen Schichten" ausführlich behandelt hat. Da diese Schrift die neueste ist, welche unser, in der Erforschung der Gäa seines Vaterlandes unermüdlich fortschreitende Freund über die Kreideformation desselben veröffentlichte, so werden wir uns auch hauptsächlich an sie halten. Eine nur petrographische und geotektonische Schilderung der sächsischen Kreideformation auf dem linken Elbufer gab ich in der Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft V, S. 337—369, und eine ähnliche, aber zugleich paläontologische Beschreibung der auf dem rechten Elbufer liegenden Partie gab Cotta, ebendaselbst S. 455 ff.

Der Sandstein der sächsischen Kreideformation ist es, welcher ursprünglich und seit langer Zeit unter dem Namen Quadersandstein bekannt ist, weil er vortreffliche Quader liefert, und daher als Bau- und Haustein eine vielfältige Anwendung findet. Man war anfänglich der Meinung, dass dieser, in den Gegenden der sogenannten sächsischen Schweiz ausserordentlich mächtig entwickelte Quadersandstein durchaus die untere, der Pläner aber die obere Etage unserer Kreideformation bilde, bis im Jahre 1838 von mir gezeigt wurde, dass die von Meissen gegen Pirna hinziehende Plänerdecke des linken Elbufers bei letzterem Orte, bei Rothwernsdorf und an vielen anderen Punkten ganz entschieden von dem mächtigen Sandsteinplateau der sächsischen Schweiz überlagert wird, an dessen Fusse sie weiterhin nur hier und da in Thälern

und anderen Durchschnitten zu Tage austritt. Da nun aber diese Plänerdecke eben so unzweifelhaft von einem ähnlichen Sandsteine unterteuft wird, so stellte sich damals die Nothwendigkeit heraus, die allgemeine Gliederung der sächsischen Kreideformation in der Weise aufzufassen, dass sie aus unterem Quadersandstein, aus Pläner und aus oberem Quadersandstein, als ihren drei Hauptgliedern, zusammengesetzt sei. Der obere Quadersandstein ist es, welcher die herrlichen Felsenpartieen der sächsischen Schweiz bis hinauf zu dem hohen Schneeberge bildet*).

Dieselbe Gliederung ist auch in Böhmen und Schlesien erkannt worden, so dass eine grosse Uebereinstimmung zwischen diesen drei unmittelbar zusammenhängenden Regionen der Kreideformation obwaltet, welche in ihrer Vereinigung eines der grössten cretacischen Territorien von Teutschland bilden.

Da nun der Pläner durch seine organischen Ueberreste als das Aequivalent des englischen Kreidemergels, der untere Quader aber als jenes des *upper greensand* charakterisirt ist, so lag wohl die Vermuthung sehr nahe, dass der obere Quader als Vertreter der weissen Kreide zu betrachten sein möge. Diese Vermuthung fand jedoch in den paläontologischen Forschungen von Geinitz nur eine sehr geringe Unterstützung, da sich aus ihnen ergab, dass der obere Quader nur solche Fossilien umschliesst, welche auch im Pläner oder im unteren Quader bekannt sind, und dass sich unter ihnen fast keine exclusiv senonische Species befindet. Hiernach scheint es denn, dass wir es in Sachsen fast nur mit turonischen Gliedern der Kreideformation zu thun haben**).

1. Unterer Quader.

Diese Etage beginnt zwar in manchen Gegenden mit Quarzconglomeraten (Niederschöna, Malter, Hökendorf), oder auch mit sehr krystallinischen Sandsteinen (Tanzplatz bei Grüllenburg, Ruppendorf), besteht aber doch hauptsächlich aus einem feinkörnigem, graulich- oder gelblichweissem bis lichtgelbem, bald rein quarzigem, bald thonigem Sandsteine, welcher, zumal in seinen unteren Schichten, oft mehr oder weniger Glau-

*) Dieser Nachweis der Einlagerung des Pläners im Quadersandsteine hat freilich mancherlei Anfechtungen erfahren. Wer sich über die eigenthümliche Kritik belehren will, welche dabei bisweilen geübt wurde, den verweisen wir auf die Abhandlungen Romingers und Beyrichs im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 663, und in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 294 f., so wie auf unsere Entgegnungen im Neuen Jahrb. für Min. 1848, S. 186, und 1850, S. 306 ff.

**) Neuerdings vereinigt jedoch Geinitz den oberen Quader und oberen Plänermergel zu einer der Senonbildung analogen Gruppe.

konit enthält und daher nicht selten grün gefärbt ist. Ja, wo diese Etage nahe an ihrem Ausstriche oder Bildungsrande zu sehr geringer Mächtigkeit herabsinkt, da besteht sie bisweilen (eben so wie in Westphalen) aus sehr glaukonitreichen, daher dunkelgrünen Gesteinen, welche stellenweise durch Aufnahme von Geröllen oder eckigen Bruchstücken anderer Gesteine ein conglomerat- oder breccienartiges Ansehen gewinnen; (Tunnel bei Oberau).

Doch erscheinen die tiefsten Schichten bisweilen auch ohne Glaukonitgehalt als Conglomerate, indem sie aus Sandstein mit z. Th. faust- bis kopfgrossen Geröllen des unterliegenden Grundgebirges bestehen; (Plauenscher Grund bei Teltschen und Coschütz, Zuschendorf bei Pirna).

In manchen Gegenden, wie z. B. zwischen dem Lockwitzthale und Seidewitzgrunde, ist es mehr ein feinkörniger Plänersandstein, welcher das vorwaltende Material dieser Etage bildet.

Von untergeordneten Einlagerungen sind besonders Thon und Schieferthon, so wie schmale Flötze einer schlechten Steinkohle zu erwähnen. Dergleichen Lager von Schieferthon kennt man bei Niederschöna zwei über einander; sie enthalten dort viele Abdrücke von Landpflanzen, welche zu beweisen scheinen, dass hier, nahe am Bildungsrande der Formation, durch einen Fluss Schlamm und Pflanzentheile in das Meer hinausgeschwemmt wurden. Bei Weissig, auf dem rechten Elbufer, kommen ähnliche Schieferthonschichten vor; andere, die zum Theil nur als ein glimmeriger und sandiger Letten bezeichnet werden können, finden sich bei Paulsdorf, Reinhardsgrimma und anderen Orten. Kohlen und kohlige Schichten kennt man bei Hutta unweit Niederschöna, bei Leiteritz, Reinhardsgrimma und anderwärts. Nach oben wird der untere Quader an vielen Orten durch eine 2 bis 5 Fuss starke Thonschicht vom Pläner getrennt.

Als die wichtigsten Fossilien des unteren Quader dürften etwa folgende zu nennen sein.

a. Pflanzen.

im Sandsteine:

Stammtheile und	*Keckia cylindrica Otto* *)
Kohlenbrocken, beide häufig	*. . . . nodulosa Otto*
mit sog. Sclerotiten.	*Geinitzia cretacea Endl.*

im Schieferthone:

Pecopteris linearis Reich	*Pterophyllum saxonicum Reich*
. Schönae Reich	*. cretosum Reich*
Chiropteris Reichii Rossm.	*Cunninghamites oxycedrus Presl*
Cupressinea insignis Gein.	*Credneria cuneifolia Bronn*

*) Vergl. *Additamenta* zur Flora des Quadergebirges von Ernst v. Otto; wegen der übrigen Fossilien verweisen wir auf das bekannte Werk von Geinitz: Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges.

b. Thiere.

Spongia saxonica Gein.	*Pecten digitalis Röm.*
(nach Göppert ein Fucoid)	*. . . . acuminatus Gein.*
. Ottoi Gein.	*Inoceramus striatus Mant.*
Scyphia subreticulata Mün.	*. mytiloides Mant.*
Fungia coronula Goldf.	*Pinna diluviana Schloth.*
Hippurites Saxoniae Röm.	*. . . . Cottai Gein.*
. Germari Gein.	*Mytilus Neptuni Goldf.*
Terebratula gallina Sow.	*. Galliennei Orb.*
Ostrea columba Lam.	*Avicula anomala Sow.*
. . . . carinata Lam.	*Lima pseudocardium Reuss*
. . . . haliotoidea Sow.	*Spondylus striatus Sow.*
. . . . diluviana Lin.	*Cardium Hillanum Sow.*
. . . . semiplana Sow.	*Nerinea longissima Reuss*
Pecten aequicostatus Lam.	*Nautilus elegans Sow.*
. . . . asper Lam.	*Ammonites Mantelli Sow.*
. . . . notabilis Goldf.	*Serpula septemsulcata Reich.*

2. Pläner oder Quadermergel.

Nach Geinitz lässt die sächsische Plänerbildung zwei verschiedene Glieder, nämlich unteren und oberen Pläner, oder Plänermergel und Plänerkalkstein unterscheiden, welche auch grösstentheils verschiedene organische Ueberreste enthalten. Der Plänermergel hat eine bedeutende Verbreitung, während der ausgezeichnete Plänerkalkstein fast nur bei Strehlen unweit Dresden und bei Weinböhla in der Nähe von Meissen bekannt ist, ausserdem aber auch hier und da, wie bei Goppeln, Rippjen, Gittersee u. a. O. durch die obersten Schichten der ganzen Etage vertreten wird, welche von den tieferen Schichten durch eine 2 bis 3 Fuss mächtige Thonschicht getrennt zu werden pflegen.

a. Der Plänermergel erscheint theils als ein wirklicher, mehr oder weniger thoniger, an der Luft schülferig zerwitternder Kalkmergel von licht blaulichgrauer, auf der Oberfläche gelblichweisser bis lichtgelber Farbe, theils als gelblichgrauer, oft buntfleckiger, mergeliger aber luftbeständiger Sandstein (Plänersandstein z. Th.) und schwankt ausserordentlich in seinem Gehalte an kohlensaurem Kalke. Feine Glaukonitkörner sind oft vorhanden, auch kommen unbestimmt begränzte glaukonitreiche, kalkige Concretionen so wie Kohlenbrocken nicht selten vor. Oft ist das Gestein mit amorpher Kieselerde imprägnirt, welche auch stellenweise, wie bei Kauscha und Coschütz, zu Hornstein- oder Flintlagen concentrirt ist, und die Benutzung dieses Mergels als Brennkalk verhindert. In seinen oberen Schichten erscheint er oft als ein glaukonitischer und mit Kohlenbrocken erfüllter kalkiger Sandstein, bisweilen auch als sehr fester Kalkspathsandstein.

Bei Bannewitz, Welschhufa und Pabisnau liegt eine Schicht weissen Sandes voll *Serpula plexus* unmittelbar über dem Thone, welcher den Pläner

vom unteren Quader abzusondern pflegt. Auch sind mehrorts Einlagerungen von Schieferthon bekannt, welche wegen der im Pläner vorkommenden Kohlenbrocken manche nutzlose Versuche auf Steinkohlen veranlasst haben.

Als die gewöhnlichsten Fossilien des Plänermergels nennt Geinitz*):

Tragos astroides Gein.
Cnemidium acaule Mich.
Scyphia isopleura Reuss
. *infundibuliformis Goldf.*
. *heteromorpha Reuss*
Cidaris clavigera Mant.
. *vesiculosa Goldf.*
Terebratula biplicata Sow.
. *gallina Brong.*
Hippurites ellipticus Gein.
. *Germari Gein.*
Ostrea sigmoidea Reuss
. . . . *haliotoidea Sow.*
. . . . *conica Sow.*
. . . . *lateralis Nilss.*
. . . . *biauriculata Lam.*
* *hippopodium Nilss.*
. . . . *diluviana Lin.*
. . . . *carinata Lam.*
Spondylus capillatus Arch.
. *striatus Sow.*
Lima Reichenbachii Gein.
* . . . *divaricata Duj.*
. . . *tecta Goldf.*

Pecten notabilis Mün.
. . . . *elongatus Lam.*
. . . . *acuminatus Gein.*
. . . . *laevis Nilss.*
* *Inoceramus mytiloides Mant.*
Perna lanceolata Gein.
Mytilus Galliennei Orb.
* *lineatus Sow.*
Pectunculus obsoletus Goldf.
Opis bicornis Gein.
Gastrochaena Ostreae Gein.
Pleurotomaria texta Mün.
Natica nodosa Gein.
Nerinea Geinitzii Goldf.
Eulima arenosa Reuss
* *Ammonites Mantelli Sow.*
* *rhotomagensis Brong.*
* *Nautilus elegans Sow.*
* *Belemnites lanceolatus Sow.*
* *Serpula plexus Sow.*
. *septemsulcata Reich.*
Pycnodus complanatus Ag.
Lamna raphiodon Ag.
Oxyrhina angustidens Reuss.

b. Plänerkalkstein. Ein lichtgrauer, oft gelblich beschlagender, mergeliger und fast immer glaukonitfreier Kalkstein, welcher in Platten oder auch in stärkeren Schichten abgelagert ist, meist mehr als 75 p. C. kohlensauren Kalk und gegen 20 p. C. Thon enthält, und einen vortrefflichen Brennkalk liefert, der sowohl zu Luft- als zu Wassermörtel benutzt werden kann. Er erscheint an den wenigen Punkten seines Vorkommens als das oberste Glied der ganzen Plänerbildung und ist sehr reich an Petrefacten. Von den 200 Species, die er schon fast geliefert hat, sind nach Geinitz die gewöhnlichsten:

Chondrites furcillatus Röm.
Geinitzia cretacea Endl.
Scyphia angustata Reuss
Turbinolia centralis Mant.
Cidaris granulosa Goldf.
Spatangus planus Mant.
. *cor anguinum Lam.*

Terebratula gracilis Schloth.
. *Mantelliana Sow.*
. *octoplicata Sow.*
. *carnea Sow.*
Ostrea hippopodium Nilss.
. . . . *semiplana Sow.*
Spondylus spinosus Lam.

*) Die auch im Plänerkalkstein vorkommenden Species sind mit einem * bezeichnet.

Lima Hoperi Mant.	*Baculites baculoides Mant.*
. . . elongata Sow.	*Turrilites polyplocus Röm.*
Pecten Nilssoni Goldf.	*Hamites ellipticus Mant.*
. . . . membranaceus Nilss.	*. armatus Sow.*
. . . . quinquecostatus Sow.	*Scaphites aequalis Sow.*
. . . . Dujardini Röm.	*Ammonites peramplus Sow.*
Inoceramus Cuvieri Sow.	*Nautilus elegans Sow.*
. striatus Mant.	*Serpula triangularis Mün.*
. Brongniarti Sow.	*. plexus Sow.*
Arca Römeri Gein.	*Cytherina subdeltoidea Mün.*
Nucula pectinata Sow.	*Pollicipes glaber Röm.*
Lucina Reichi Röm.	*. laevis Sow.*
Cyprina quadrata Orb.	*Astacus Leachii Mant.*
Cardita tenuicosta Sow.	= *Enoploclytia Leachii*
Gastrochaena amphisbaena Gldf.	*Beryx ornatus Ag.* Schuppen
Dentalium decussatum Sow.	*Osmeroides lewesiensis Ag.* desgl.
Cerithium clathratum Röm.	*Macropoma Mantelli Ag.* Koprolithen
Voluta Römeri Gein.	
Rostellaria Reussi Gein.	*Ptychodus mammillaris Ag.* Zähne
Pleurotomaria linearis Mant.	*Otodus appendiculatus Ag.* desgl.
Natica canaliculata Mant.	*Oxyrhina Mantelli Ag.* desgl.
Actaeon ovum Duj.	*Corax heterodon Reuss* desgl.
Scalaria decorata Röm.	

Die Scaphiten, Hamiten, Turriliten, Baculiten so wie die hier genannten Terebrateln haben sich in anderen Schichten der sächsischen Kreideformation bis jetzt noch niemals gefunden, mit Ausnahme der *Terebratula octoplicata*, welche auch im oberen Quader sehr häufig vorkommt.

3. Oberer Quader.

Dieser Sandstein ist im Allgemeinen noch einförmiger auch ärmer an Fossilien als der untere, scheint überall frei von Glaukonit zu sein, wird oft sehr grobkörnig, und erreicht eine Mächtigkeit von vielen hundert Fuss. Der Königstein, der Lilienstein, die Bastei, der Winterberg und fast alle die schroffen Berge und Felsen, welche die eigenthümliche Scenerie der sächsischen Schweiz bedingen, bestehen aus diesem oberen Quadersandstein.

Von untergeordneten Einlagerungen sind fast nur einige Schichten von sehr thonigem Sandstein oder sandigem Schieferthon, so wie bei Naundorf unweit Struppen eine etwa 6 Fuss mächtige, glaukonitreiche Thonschicht zu erwähnen. Als die wichtigsten Fossilien erscheinen:

Kohlenbrocken mit Sclerotiten	*Inoceramus mytiloides Mant.*
Spongites saxonicus Gein.	*. Brongniarti Sow.*
Spatangus suborbicularis Defr.	*Pinna diluviana Schloth.*
Asterias Schulzi Cotta	*. . . Cottai Gein.*
Terebratula octoplicata Sow.	*Pecten quadricostatus Orb.*
Ostrea columba Lam.	*Lima canalifera Goldf.*

Gegenwärtig betrachtet Geinitz den oberen Quader als senonisch.

§. 435. *Kreideformation in den Alpen.*

Die Kreideformation der Alpen ist in neuerer Zeit so weit erforscht worden, dass sich wenigstens eine allgemeine Parallelisirung ihrer verschiedenen Etagen mit denen des nördlichen Europa recht wohl durchführen lässt. Durch die trefflichen und z. Th. recht umfassenden Arbeiten von Studer, Escher, Pictet, Murchison, v. Hauer, Zekeli, Reuss u. A. ist das Dunkel erhellt worden, welches noch vor wenigen Jahren über diesem Gebiete der alpinen Gäa schwebte, und besonders daraus hervorgegangen war, dass damals die Nummulitenformation noch nicht scharf von der Kreideformation getrennt wurde, dass die Gesteine der alpinen Kreideformation eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit den Gesteinen älterer Formationen besitzen, und dass die Lagerungsverhältnisse wegen der gigantischen Formen und gewaltsamen Dislocationen des ganzen Gebirgsbaues äusserst schwierig zu entziffern sind. Durch eine sorgfältige Berücksichtigung der paläontologischen Charaktere sind diese Schwierigkeiten grossentheils glücklich besiegt worden, und wir besitzen gegenwärtig eine ziemlich richtige Vorstellung von der Kreideformation der Alpen in ihrer ganzen Ausdehnung von Genf bis nach Wien.

A. Kreideformation der schweizer Alpen*).

Die Kreideformation trägt in den schweizer Alpen, wie schon in Savoyen und in den französischen Alpen, jenes eigenthümliche Gepräge, welches man als ihren südeuropäischen Typus bezeichnen kann. Die Neocombildung ist in zwei bedeutenden Etagen, in dem Spatangenkalke und Rudistenkalke, ausgebildet, von denen zumal der letztere als das am meisten in die Augen fallende, durch Mächtigkeit, Verbreitung und Gesteinsbeschaffenheit gleich ausgezeichnete Glied der ganzen Formation auftritt. Der Galt ist durch seinen Petrefacten-Reichthum und durch die dunkle Farbe seiner Gesteine bezeichnet; die obere Kreideformation endlich erscheint als Sewerkalk, ein meist grauer und dichter Kalkstein.

Die cretacische Periode scheint aber in den Alpen eine Periode der Unruhe und Aufregung gewesen zu sein. Daher findet sich die ganze

*) Wir können hierbei nicht besser thun, als den Darstellungen zu folgen, welche Studer in seinem meisterhaften Werke: Geologie d. Schweiz, Bd. II, S. 64 ff. gegeben hat; ein Werk, in welchem der verwickelte Gebirgsbau der Alpen zum ersten Male mit einer solchen Klarheit, Vollständigkeit und Gründlichkeit behandelt worden ist, dass man ihm seine Bewunderung nicht versagen kann. Es ist wirklich staunenswerth, was in diesem Buche durch die gemeinschaftlichen Arbeiten von Studer und Escher geleistet worden ist.

Reihenfolge nur selten vollständig; bald fehlt dieses, bald jenes Glied, und eine und dieselbe Abtheilung erscheint hier ausserordentlich mächtig, dort ganz unbedeutend. So fehlt z. B. in einem grossen Theile der Berner Alpen der Galt und der Sewerkalk, in der Umgebung des Brienzer Sees auch noch der Rudistenkalk; in der mittleren und östlichen Schweiz dagegen sind alle Abtheilungen vorhanden.

An den Störungen des Gebirgsbaues, an den Ueberkippungen mächtiger Schichtensysteme, an den Windungen, Faltungen und Ueberschiebungen derselben hat übrigens die alpine Kreideformation vollen Antheil genommen.

1. Neocombildung der schweizer Alpen.

Sie zerfällt, wie bereits erwähnt, in zwei mächtige Etagen, den Spatangenkalk und den Rudistenkalk.

a. Spatangenkalk.

Dunkelgraue bis schwarze, harte Mergel, also innige Gemenge von Kalk, Quarzsand und Thon, die zwischen Kalkstein nnd Sandstein schwanken, bilden die Hauptmasse dieser Etage. Bei vorwaltendem Kalkgehalte erscheint das Gestein als ein hellblau verwitternder, oft schiefriger Mergelkalk, oder auch als ein dünnschichtiger, unreiner, dichter bis körniger, mit Thonschiefer verwachsener Kalkstein, welcher oft Glaukonitkörner enthält. Bisweilen trifft man auch einen grünen Sandstein, welcher, bei rhomboëdrischer Zerklüftung und braunrother Färbung der Kluftflächen, eher an Grünstein, als an ein neptunisches Gebilde erinnert. Durch Concentration der Kieselerde entstehen härtere Streifen oder andere Concretionen, welche an der verwitterten Oberfläche als parallele Rippen, als Wülste oder Knauer hervorragen. Die Farbe der Oberfläche ist meist gelblichbraun und bräunlichgrau, auch nicht selten gestreift, wenn bräunliche kieselreiche Streifen mit hellblauen reineren Kalkstreifen abwechseln.

Man kennt diesen Spatangenkalk am Dent de Nivolet bei Chambery und von dort bis an die Arve; im Rhonethale südlich von Monthey und Bex, wo er horizontal liegt; besonders mächtig tritt er am Faulhorn auf, wo seine Dicke, vom Gipfel herab bis auf die Bättenalp, gewiss 500 Meter beträgt; die Brienzergräte bestehen fast gänzlich aus ihm, und eben so die unteren, gegen Norden steil abstürzenden Gehänge der Ralligstöcke, des Hohgants und Pilatus, vom Thuner bis an den Luzerner See. Mächtig und verbreitet ist die Bildung in Unterwalden und Schwyz, so wie von Lauterbrunnen bis nach Glarus, auch am Wallensee, in den Kuhfirsten und im Gebirge von Appenzell, von wo sie in das Vorarlberg verfogt werden kann.

Diese, in anderen Ländern so fossilreiche Etage der Neocombildung erscheint in den Alpen oft auf grosse Erstreckung fast ganz leer an organischen Ueberresten. Bei Merligen, am Pilatus, bei Ricki am Urner See, am Glärnisch und am Sentis finden sich besonders petrefactenreiche Punkte. Am allgemeinsten verbreitet sind *Toxaster complanatus Ag.* (oder *Spatangus*

retusus Lam., daher der Name Spatangenkalk), *Exogyra Couloni* und *Ostrea macroptera*. Man kennt aber auch

Discoidea macropyga	*Ammonites semistriatus*
Holaster l'Hardyi	 *cryptoceras*
Terebratula praelonga	 *asperrimus*
. *lata*	*Belemnites subfusiformis*
. *depressa*	 *dilatatus*
Nautilus pseudoelegans	 *bipartitus*

und manche andere Fossilien.

b. Rudistenkalk.

Wie in den französischen und savoyer Alpen so ist auch in der Schweiz der Rudistenkalk oder Caprotinenkalk das am meisten in die Augen fallende und anhaltendste Glied der Kreideformation. Nur in der inneren Kette der nördlichen Kalkalpen fehlt er zuweilen; in den mittleren und äusseren Ketten aber wird man ihn selten vermissen, wenn die Formation überhaupt vorhanden ist. In einer Mächtigkeit von 50 bis 100 Meter bildet er die tafelförmigen Felsen, welche oftmals die bewachsenen Abhänge der tieferen Gesteine krönen, und jene nackten, durchfurchten und zerrissenen Karrenfelder, welche als hellgraue, fast weisse Steinflächen das Grün der Alpweiden und Wälder unterbrechen.

Der Rudistenkalk ist auch im frischen Bruche heller als der Spatangenkalk. Gewöhnlich erscheint er licht bis dunkel rauchgrau oder blass graulichbraun, dicht oder körnigschuppig, im Bruche feinsplitterig, nicht selten von Kalkspathadern durchzogen, wie denn auch die von organischen Körpern abstammenden Hohlräume oft mit Kalkspath erfüllt sind. Die Schichtung ist mächtig aber oft undeutlich.

Von Annecy zieht sich der Rudistenkalk bis nach Cluse an der Arve, und weiterhin als eine schmale Zone über die Gegend von Bex bis an den Thuner See, und den Hohgant. Schon in dieser Kette fehlt stellenweise jede Bedeckung und der Kalkstein zeigt sich entblöst in nackten Karrenfeldern. Weit allgemeiner ist diese Entblösung auf dem südlichen Abfalle der Schratten und der Schafmatt im Entlebuch, deren ausgedehnte, schreckhaft zerklüftete Karrenfelder oder Schratten dem Gebirge seinen Namen gegeben haben. Am Pilatus ist der Rudistenkalk wieder von jüngeren Bildungen bedeckt; in Unterwalden aber erscheint er ausgezeichnet entwickelt und reich an Rudisten, die auf den nackten Felsflächen in auffallenden Figuren hervortreten, nach welchen Lusser diesen Kalkstein Hieroglyphenkalk genannt hat. Eben so erscheint er auch in Glarus, an der Nordseite des Wallensee und in den Gebirgen von Appenzell, wo er besonders reich an organischen Ueberresten ist, und von wo er weiter östlich nach Tyrol zieht.

Die Petrefacten gehören meist nur wenigen Arten an, und sind gewöhnlich sehr fest mit dem Gesteine verwachsen. Vorherrschend erscheinen Caprotinen und Radioliten; auch zeigen sich häufig Durchschnitte von Gasteropoden und Conchiferen. Auf den nackten, grauen Steinflächen treten diese Schalen als braune oder schwarze Zeichnungen in mancherlei krummen Linien hervor. An der obersten Gränze findet sich vielorts eine fast nur aus

Orbitoliten bestehende Schicht, welche Studer noch hierher rechnet, wofür sich auch noch kürzlich Escher erklärt hat. Ausser diesem *Orbitolites lenticularis* und mehren Korallen führt Studer noch folgende Fossilien auf:

Pentacrinus cretaceus Leym.	*Terebratula lata*
Holaster suborbicularis Ag.	*Janira atava*
Toxaster oblongus Ag.	*Pholadomya Prevosti Desh.*
Caprotina ammonia Orb.	*Pteroceras pelagi Brong.*
. Lonsdalii Orb.	*Nerinea Archimedis Orb.*
. gryphoides Orb.	*. renauxiana Orb.*
Radiolites neocomensis Orb.	*Ammonites recticostatus Orb.*

Aus der Stockhorngruppe kennt man noch *Ancyloceras Emmerici*, *Ptychoceras puzosianum*, *Terebratula diphya* und einige Ammoniten.

2. Galt in den schweizer Alpen.

Diese Abtheilung der Kreideformation besteht in den Alpen aus bald grünen bald schwarzen Sandsteinen und Kalksteinen, welche ihre grüne Farbe einer mehr oder weniger reichlichen Beimengung von Glaukonit verdanken, aber durch die Verwitterung braun oder braunroth werden. Die Mächtigkeit ist selten bedeutend, und übersteigt vielleicht nirgends 50 Meter. So erscheint der Galt in Savoyen und in der südwestlichen Schweiz zwischen Bex und Sitten. Im Nordosten dagegen, in Appenzell und an den Kuhfirsten besteht er nach Escher von unten nach oben aus dunkelgrünem leicht zerfallendem Schiefer, aus quarzigem Sandsteine und endlich aus einem mit Kalksteinlinsen erfülltem Grünsandschiefer, dessen Aussenfläche durch Auswitterung der Kalklinsen ein eigenthümliches zerhacktes Ansehen erhält. An organischen Ueberresten pflegt der alpine Galt sehr reich zu sein.

So zumal in Savoyen, in der Umgebung von Samoens und Sixt, und in dem angränzenden Theile der Schweiz bei Ecouellaz, am Passe zwischen Bex und Sitten; von dort aus verliert sich jedoch der Galt bis an den Luzerner See, so dass in der ganzen Erstreckung der Berner und Luzerner Alpen die Neocombildung unmittelbar vom Nummulitenkalke bedeckt wird. In Unterwalden erscheint der Galt wiederum, und zieht sich, obwohl arm an Petrefacten, durch Schwyz, Glarus über die Kuhfirsten bis nach Appenzell, wo er in der Gruppe des Sentis wieder sehr reich an Fossilien ist. Aus dieser Gegend kennt man z. B. von denen in unserem Atlas abgebildeten Formen:

Tetragramma Brongniarti	*Turrilites Bergeri*
Terebratula Dutempleana	*Hamites attenuatus*
. sulcata	*Ammonites Beudanti*
Inoceramus sulcatus	*. Milletianus*
. concentricus	*. mammillatus*
Natica gaultina	*Belemnites minimus.*
Avellana subincrassata	

Aus Appenzell ist der Galt weit hinein nach Tyrol verfolgt worden.

3. Sewerkalk, oder obere Kreideformation der schweizer Alpen.

Die Turonbildung, als Inbegriff dessen, was d'Orbigny Cenomanien und Turonien nennt, scheint in den Schweizer Alpen nur theilweise vorhanden

zu sein; ebenso wird die Senonbildung nur zum Theil durch den nach Sewen (Schwyz), einem ausgezeichneten Punkte seines Vorkommens benannten Sewerkalkstein repräsentirt. Dieser Kalkstein zeigt sich auch, besonders in Savoyen, so innig mit dem Galt verbunden, dass für eine Zwischenbildung gar kein Raum übrig bleibt.

Der Sewerkalk ist ein hell- oder dunkelgrauer, zuweilen rother, dichter, oft thoniger Kalkstein von muscheligem Bruche, und einer gewöhnlich nicht dicken aber deutlichen Schichtung, deren wellige Ablosungen meist mit dünnen, fettglänzenden Membranen eines dunkeln Mergelschiefers überzogen sind, die den Stein zuweilen in sphäroidische Knollen absondern. Feuersteinknauer sind öfters vorhanden.

Dieser Kalkstein ist in Savoyen bei Thones unweit Annecy von Murchison nachgewiesen worden*), von wo er sich wohl bis in die Gegend von Bex verfolgen lassen dürfte. Aber wie der Galt, so verschwindet auch er weiterhin, um erst wieder in der Gegend von Alpnach aufzutreten, und sich über die Gebirge von Unterwalden auszubreiten. Von da aus zieht er sich über Sewen und den Gipfel des Mythen durch Schwyz nach der Nordseite der Kuhfirsten, in das Gebirge von Appenzell und weiter östlich nach Tyrol.

Unter allen Gliedern der alpinen Kreideformation ist diese Etage am ärmsten an organischen Ueberresten, weshalb auch ihr Alter am längsten unbestimmt geblieben ist. Die bis jetzt bekannten Species sind:

Micraster cor anguinum	*Inoceramus regularis Orb.*
Ananchytes ovata	*Ammonites peramplus Sow.*
Inoceramus Cuvieri	 *lewesiensis Sow.*
. *Cripsii*	

Aus diesen Petrefacten scheint zu folgen, dass der Sewerkalk der oberen Turon- und unteren Senonbildung entspricht.

Ueber die Kreideformation in den östlichen Alpen, in Tyrol, Baiern, Salzburg und Oesterreich, gab v. Hauer eine kurze Uebersicht**), aus welcher sich ergiebt, dass dort in der Hauptsache dieselben Abtheilungen vorhanden sind, obwohl in den salzburger und österreicher Alpen der Sewerkalkstein durch die sogenannten Gosaubildungen vertreten wird, deren turonischer Charakter noch entschiedener ausgesprochen zu sein scheint.

1. Neocombildung der östlichen Alpen.

Ungeachtet der vielen Abweichungen des petrographischen Habitus wird die Neocombildung in den östlichen Alpen wie in den Karpathen durch manche Leitfossilien charakterisirt, von denen besonders folgende zu nennen sind:

Toxaster complanatus	*Crioceras Duvalii*
Caprotina ammonia	*Scaphites Ivani*

*) *On the geol. structure of the Alps etc. p.* 185.

**) In den Sitzungsberichten der Kaiserlichen Akademie, 1850, S. 305 ff. und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 660 f.

Nautilus plicatus *Ammonites Grasianus*
Ammonites cryptoceras *quadrisulcatus*.
. *semistriatus*

Diese Schichten, zu welchen ohne Zweifel ein Theil des sogenannten Wiener Sandsteins gehört, sind die Aequivalente des Spatangenkalkes der Schweiz, des Biancone in Oberitalien und eines Theiles des Klippenkalkes der Karpathen. Der Salzberg bei Ischl und das Rossfeld bei Hallein sind ein paar der wichtigsten Localitäten ihres Vorkommens; in den baierschen Alpen kennt man sie am Grünten, und in Vorarlberg sind sie von Escher mehrorts nachgewiesen worden. Auch in den südlichen Alpen finden sie sich im Canton der Sette Communi und im Venetianischen.

In den Karpathen gehört eine breite Zone des sog. Wiener Sandsteins bei Teschen hierher, welche reich an Sphärosiderit ist, nach Hohenegger auf Jurakalkstein aufliegt und viele ächt neocome Fossilien umschliesst; auch fand Zeuschner im sog. Karpathensandsteine südlich von Wieliczka *Belemnites bipartitus* und andere charakteristische Formen.

In Vorarlberg aber so wie in den baierschen Alpen hat Escher insbesondere auch die zweite, durch *Caprotina ammonia* ausgezeichnete Etage des Rudistenkalkes erkannt.

2. Galt in den östlichen Alpen.

Diese Abtheilung ist bis jetzt wohl nur in Vorarlberg bei Rankweil und Feldkirch so wie am Grünten bei Sonthofen in Baiern nachgewiesen worden, wo sie nach Escher als ein dunkelgrüner, kalkiger Sandstein oder auch Kalkschiefer ausgebildet ist, welcher wohlbekannte Galtfossilien, und bei Rankweil insbesondere auch Turriliten enthält, weshalb ihn Escher einstweilen Turriliten-Sandstein nannte. Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 425.

3. Obere Kreideformation in den östlichen Alpen.

Die weisse Kreide fehlt in den östlichen Alpen und Karpathen gänzlich; dagegen sind solche Schichtensysteme ziemlich verbreitet, welche der Turonbildung und vielleicht noch den unteren Gliedern der Senonbildung entsprechen. Dahin gehören zuvörderst der aus der Schweiz durch Vorarlberg bis in die baierschen Alpen zu verfolgende Sewerkalkstein, weiter östlich aber, in Salzburg und Oesterreich, die Gosaubildung, welchen beiden in den südlichen Alpen und in Oberitalien die Scaglia aequivalent zu sein scheint.

Die Gosaubildung besteht aus sehr verschiedenen mergeligen, sandigen und kalkigen Gesteinen, welche gewöhnlich in tiefen Thälern, ringsum von hohen Kalkbergen eingeschlossen vorkommen, und theils auf Alpenkalkstein theils auf Buntsandstein aufliegen.

Aus den neuesten Untersuchungen von Zekeli, Reuss und Ehrlich*) ergiebt sich ziemlich übereinstimmend das Resultat, dass eine bestimmte

*) Ehrlich, geognostische Wanderungen im Gebiete der nordöstlichen Alpen, 1852, S. 54 f., Reuss, Geol. Unters. im Gosauthale im Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 2. Jahrg. 4. Quartal S. 52 und Zekeli, in der Einleitung zu seinem vortrefflichen Werke über die Gasteropoden der Gosaugebilde, welches im ersten Bande der Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt enthalten ist.

Reihenfolge der verschiedenen Gesteine in den Bassins der Gosaubildung nicht Statt findet, dass vielmehr der höchst unregelmässige Wechsel von Schichten mit und ohne Versteinerungen, von Mergeln, Sandsteinen, Conglomeraten und Rudistenbänken eine Gliederung nach einzelnen Etagen ganz unmöglich macht. Die mancherlei Gesteine der Gosaubildung sind daher, wie Reuss sagt, zu einem einzigen Systeme verbunden, dessen Schichten an verschiedenen Punkten nach den verschiedenen Localverhältnissen wechseln, ohne dass sich jedoch in diesem Wechsel eine Regelmässigkeit, ein bestimmtes Gesetz nachweisen liesse.

Die Conglomerate bestehen gewöhnlich aus Geröllen von Buntsandstein und Jurakalk mit kalkigem oder thonigem Cäment, spielen meist eine sehr untergeordnete Rolle, treten aber, eben so regellos wie die Rudistenbänke, bald höher bald tiefer zwischen den Mergeln, Schiefern und Sandsteinen auf, in welche sie durch allmälige Verfeinerung des Kornes übergehen. Die Sandsteine sind meist grau oder graulichweiss, und wechseln vielfach in der Grösse des Kornes und in ihrer sonstigen Beschaffenheit; eine feinkörnige Varietät liefert die bekannten Gosauer Wetzsteine. Von den gewöhnlichen, blaulichgrauen oder röthlichen, leicht verwitternden und fossilreichen Mergeln unterscheiden sich auffallend die hier und da (wie bei Klein-Zell, an der Reissalpe und bei Lilienfeld) vorkommenden, lebhaft bunt gefärbten und äusserst dünnschieferigen Gesteine, welche ganz frei von Fossilien sind. Steinkohlen kennt man an mehren Orten, wie bei Grünbach und St. Wolfgang; in ihrer Nähe kommen auch Pflanzenreste vor, z. B.

Geinitzia cretacea Endl.
Pecopteris Zippei Corda
Phyllites pelagicus Unger
Flabellaria longirhachis Unger.

Ausserdem gehören zu den wichtigsten Fossilien der Gosaubildung:

Cyclolites ellipticus Lam.
Synastraea agaricites Edw.
Hippurites cornu vaccinum Bronn
. costulatus Goldf.
Caprina paradoxa Math.
Ostrea vesicularis Lam.
Janira quinquecostata Orb.
Inoceramus Cuvieri Sow.
. Cripsii Mant.
Cardium productum Sow.
Nerinea bicincta Bronn.
Actaeonella laevis Orb.
. gigantea Orb.
Natica bulbiformis Sow.

Cephalopoden sind selten; doch kommen noch einzelne Ammoniten, Scaphiten und Nautili vor. Von Gasteropoden finden sich viele Species von *Cerithium*, *Voluta*, *Fusus*, *Turbo*, *Rostellaria*, *Delphinula*, welche oft an tertiäre Formen erinnern, und auch einen ähnlichen Zustand der Erhaltung zeigen, desungeachtet aber, wie Zekeli gezeigt hat, von allen tertiären Species verschieden sind. Conchiferen sind ungemein häufig, zumal viele Pectiniden, Crassatellen und Arcaceen. Sehr selten erscheinen Brachiopoden, Echinodermen und Krinoiden, wogegen Rudisten und Korallen in erstaunlicher Menge auftreten.

Wichtige Localitäten der Gosaubildung sind: die Neue Welt und Grünbach, westlich von Wiener-Neustadt, die untersten Abhänge des Kettenloitzberges nordwestlich von Neunkirchen, Breitensol südlich von Buchberg, Gansbauer nordwestlich von Gloggnitz, Gams bei Hieflau, Hinter-Laussa, Windisch-

garten, das Gosauthal, St. Wolfgang, der Untersberg, Geschwend bei Kössen und Brixlegg in Tyrol.

In den Südalpen ist die obere Kreideformation gewöhnlich durch hellfarbige, sehr dichte und feste Kalksteine vertreten, in denen Ueberreste von *Inoceramus*, *Hippurites*, *Ananchytes* und auch stellenweise, wie z. B. bei Sirone, von *Tornatella gigantea* vorkommen. Santa-Croce bei Belluno ist ein an Fossilien besonders reicher Punkt. — In Istrien und Dalmatien spielen zumal die Hippuritenkalksteine eine sehr wichtige Rolle.

Der Umfang, den unser zweite Band bereits gewonnen hat, nöthigt uns, der Aufführung von Beispielen hiermit ein Ziel zu setzen; doch glauben wir, dass die dazu ausgewählten Territorien eine hinreichende Vorstellung von der verschiedenen Ausbildungsweise der Kreideformation gewähren und den Leser in Stand setzen werden, sich auch in anderen Territorien gehörig zu orientiren.

Vierzehnter Abschnitt.

Tertiäre Formationen*).

Einleitung.

§. 436. *Allgemeine Verhältnisse der tertiären Formationen.*

Während der tertiären Periode befand sich fast die Hälfte des jetzigen Festlandes im Zustande der Submersion, so dass die Tiefländer und die Bassins, welche sich zwischen seinen Plateaus und Gebirgsketten ausbreiten, theils mit marinen, theils mit limnischen oder auch mit fluviomarinen Sedimenten erfüllt wurden. Daher sind denn auch manche Tertiärformationen auf kleinere Bildungsräume beschränkt, was namentlich von vielen Süsswasserbildungen gilt, denen wir hier weit häufiger begegnen, als im Gebiete der älteren Formationen.

*) Um den zweiten Band doch endlich zum Abschlusse zu bringen, und um den Abnehmern unsers Buches nicht den Ankauf eines dritten Bandes zuzumuthen, sehen wir uns genöthigt, die tertiären, quartären und vulcanischen Formationen mehr compendiarisch zn behandeln. Freilich würde eine Vertheilung des Stoffes auf drei Bände vortheilhafter gewesen sein, nicht nur um diese jüngeren Formationen in gleicher Ausführlichkeit behandeln zu können, wie die älteren, sondern auch um die Gangformationen und die Erzlagerstätten überhaupt zur Darstellung zu bringen, auf deren Betrachtung (wie auf S. 2 dieses Bandes bemerkt wurde) nach dem anfänglichen Plane unseres Buches diessmal verzichtet werden musste.

Im Allgemeinen aber lässt sich keineswegs behaupten, dass die Tertiärformationen den Charakter localer und geringfügiger Bildungen tragen, weil sich viele derselben hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und Verbreitung mit den älteren Formationen messen können. Eines der auffallendsten Beispiele liefert uns die Nummulitenformation, welche fast die ganze alte Welt, von der pyrenäischen Halbinsel bis nach China, in einem ununterbrochenen Zuge durchsetzt, und, bei einer oft gewaltigen Mächtigkeit, zur Bildung der bedeutendsten Gebirgsketten beiträgt.

Uebrigens sind auch die tertiären Formationen oftmals von jenen abyssodynamischen Bewegungen ergriffen worden, durch welche Gebirgsketten erhoben und mächtige Schichtensysteme aufgerichtet, gefaltet oder dislocirt wurden, daher wir denn auch ihre Schichten nicht selten von diesen Dislocationen betroffen sehen, obgleich die in den Tiefländern ausgebreiteten Tertiärbildungen eine ungestörte Schichtung als ihre gewöhnliche Lagerungsweise erkennen lassen.

Ueber die petrographischen und paläontologischen Verhältnisse der Tertiärformationen ist im Allgemeinen etwa Folgendes zu bemerken.

Weiche und lockere, zerreibliche und lose Gesteine erscheinen wohl häufiger in ihrem Gebiete, als in den älteren Formationen; statt Conglomeraten begegnen wir oft lockeren Geröllmassen, statt Sandsteinen losen Sandablagerungen; weiche, plastische Thone spielen eine wichtige Rolle, und selbst die Kalksteine haben oft eine eigenthümliche, lockere und tufartige Consistenz.

Diese weiche und zerreibliche Beschaffenheit vieler Gesteine war es auch, welche Bronn veranlasste, den in der französischen Schweiz für gewisse tertiäre Sandsteine üblichen Namen Molasse zur Bezeichnung der ganzen Formationsgruppe zu benutzen, indem er sie mit dem Namen Molasse-Gebirge belegte.

Aber weit entfernt, dass diese Beschaffenheit eine allgemeine genannt werden könnte, finden wir in manchen Tertiärformationen eben so feste, harte und schwer zerstörbare Gesteine, wie in den primären und secundären Formationen. Die Kalksteine, Sandsteine und Conglomerate der Nummulitenformation, die Nagelfluhen der Alpen, die Quarzite und Kalksteine vieler Süsswasserbassins, und manche andere, weit verbreitete tertiäre Gesteine wetteifern in ihrer Consistenz und Festigkeit mit den gleichnamigen Gesteinen der älteren und ältesten Formationen, und übertreffen oftmals jene weicheren Gesteine in der Häufigkeit oder auch in der Ausdehnung ihres Vorkommens.

Ueberhaupt aber sind es Conglomerate und Sandsteine, Geröll- und Sandmassen, Thone, Schieferthone, Mergel und mancherlei Kalksteine, welche die vorherrschenden Gebirgsglieder der Tertiärformationen zu bilden pflegen. Als mehr untergeordnete, obwohl sehr wichtige Gebirgsglieder erscheinen auch Gyps, Steinsalz, Steinkohlen oder Braunkohlen, Eisenerze und Manganerze.

In paläontologischer Hinsicht werden die Tertiärformationen besonders dadurch charakterisirt, dass die Flora und die Fauna eine immer reichhaltigere und manchfaltigere Entwickelung, eine immer grössere Annäherung an die Formen der Jetztwelt zeigen. Die Anzahl der Species, Geschlechter, Familien, Ordnungen und Classen nimmt fortwährend zu, und viele Species sind als noch gegenwärtig lebende erkannt worden. Dieses Auftreten noch jetzt lebender Species ist als ein vorzüglich wichtiges Moment hervorzuheben, welches sich, wenn auch vielleicht noch zweifelhaft für die ältesten Tertiärformationen, für die neueren Formationen in fortwährend gesteigertem Maasse geltend macht, während die Zahl der ausgestorbenen Species mehr und mehr im Abnehmen begriffen ist. Dabei ist aber der Charakter der Formen noch grossentheils ein solcher, durch welchen die Vermuthung gerechtfertigt wird, dass während der Tertiärperiode auch unter den höheren geographischen Breiten noch ein wärmeres Klima waltete, als gegenwärtig. „Das unmittelbare und allmälige Anschliessen der damaligen Lebenswelt an die jetzige durch eine immer grössere Anzahl ähnlicher und endlich identischer Sippen und Arten, die allgemeine Verbreitung der Säugethiere, Vögel, Batrachier und Knochenfische, das Auftreten der Süsswasserfische und Binnen-Conchylien, die grosse Anzahl der Polygastrica, das allgemeine Auftreten kronenblüthiger Pflanzen und besonders der Gamopetalen; diess sind die hauptsächlichen organischen Charaktere der tertiären Periode.“ Lethäa, 3. Aufl. VI, S. 87.

In der Pflanzenwelt insbesondere vermehren sich die Pandaneen, die Palmen und Coniferen, während die Cycadeen zurücktreten; besonders aber sind es die angiospermen Dikotyledonen, welche von nun an in immer grösserer Menge und Vielartigkeit erscheinen. Im Thierreiche tritt diese Vervielfältigung der Formen noch weit auffallender hervor, da man bereits an 7000 Species von Thieren aus den verschiedenen Tertiärbildungen kennen gelernt hat. Die in der Kreideformation noch so zahlreichen Amorphozoën vermindern sich zwar auffallend; allein die Infusorien und Foraminiferen nehmen bedeutend zu; ja, die letzteren haben in den Nummuliten eine solche massenhafte Entwickelung gefunden, dass man darüber erstaunen muss, welchen wesentlichen Antheil die Ueberreste dieser Thiere an der Bildung der äusseren Erdkruste genommen haben. Auch Korallen und Bryozoën stellen sich noch zahlreich ein. Unter den Echinodermen sind die Krinoiden fast

gänzlich verschwunden, während die Echiniden in grosser Menge vorkommen. Unter den Mollusken sind die Rudisten mit der Kreideformation ausgestorben, die Brachiopoden auf sehr wenige Species reducirt, während die Conchiferen und Gasteropoden eine vorherrschende Rolle in den Tertiärformationen spielen, welchen auch die meisten fossilen Land- und Süsswasser-Mollusken angehören; von den Cephalopoden sind die Belemniten und Ammoneen gänzlich verschwunden. Aus der Abtheilung der Gliederthiere erscheinen viele Serpula-Arten; die Balaniden beginnen; die kurzschwänzigen Dekapoden werden zahlreicher, die Arachniden und Insekten nehmen immer mehr überhand. — Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so gehören unter den Fischen die Rajiden vorzugsweise, die Squaliden grossentheils der tertiären und der gegenwärtigen Periode an; dasselbe gilt ganz besonders von den Knochenfischen, während die Chimäriden und Ganoiden selten sind. Unter den Reptilien bilden die Batrachier und Ophidier eine fast ganz neue Erscheinung, während die Saurier auf sehr wenige Formen reducirt sind. Vögel und Säugethiere endlich gehören, mit sehr wenigen Ausnahmen, lediglich der tertiären, der quartären und der gegenwärtigen Periode an.

Wie sich schon bei der Kreideformation mehr als bei älteren Formationen eine durch die klimatischen und geographischen Verhältnisse ihrer verschiedenen Bildungsräume bedingte Verschiedenheit zu erkennen gab, so offenbart sich eine solche Verschiedenheit in einem noch weit höheren Grade bei den tertiären Formationen, weshalb denn auch die Ermittelung des Synchronismus ihrer verschiedenen Schichtensysteme mit noch grösseren Schwierigkeiten verbunden ist, zumal wenn es sich um die Vergleichung weit aus einander liegender Bassins handelt. Nur da, wo ziemlich innerhalb eines und desselben Bildungsraumes die Reihe der Tertiärformationen vollständig zur Entwickelung gelangt ist, wie solches in Belgien der Fall zu sein scheint, nur da wird es möglich sein, für diesen und die zunächst gelegenen Bildungsräume die Reihenfolge der einzelnen Schichtensysteme und damit eine allgemeine Gliederung der Tertiärformation festzustellen. Es würde aber gewiss ein vergebliches Bestreben sein, das für eine Region aufgefundene Gliederungsschema mit strenger Consequenz auf andere, weit entlegene Regionen anzuwenden, weil die klimatischen und geographischen Verschiedenheiten der Bildungsräume den Entwickelungsgang der neueren und neueren Tertiärbildungen immer mehr modificirt haben, so dass selbst die gleichzeitigen Bildungen in ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften immer weiter aus einander treten, je jünger sie sind, und je grösser ihre gegenseitige Entfernung ist.

Hiernach scheint es denn rathsam, auf eine sehr specielle Eintheilung und Parallelisirung der Tertiärformationen überhaupt zu verzichten, zumal in einem Lehrbuche, wo es doch nur auf eine allgemeine Betrachtung derselben abgesehen sein kann. Bei aller Anerkennung des Werthes, welchen die oft

sehr vielgliederigen Eintheilungen für einzelne Bassins haben, glauben wir uns daher an gegenwärtigem Orte nur auf die allgemeinere Eintheilung der tertiären Formationen beschränken zu müssen.

§. 437. *Allgemeine Eintheilung der Tertiärformationen.*

Wie die Tertiärformationen überhaupt gegen die älteren Formationen besonders dadurch ausgezeichnet sind, dass sich unter ihren organischen Ueberresten, und namentlich unter ihren Conchylien, theils ausgestorbene theils solche Species befinden, welche noch in der Jetztwelt lebend angetroffen werden, so ist auch eine allgemeine Eintheilung derselben auf das Verhältniss der ausgestorbenen und der noch jetzt lebenden Species gegründet worden.

Eine Vergleichung der verschiedenen Tertiärbildungen liess nämlich zu der Erkenntniss gelangen, dass die Zahl der vorweltlichen Species fortwährend im Abnehmen, die Zahl der jetztweltlichen Species dagegen fortwährend im Zunehmen begriffen ist, je weiter man aus dem Gebiete der älteren in jenes der neueren Tertiärbildungen aufwärts steigt; woraus sich denn das dem ganzen Entwickelungsgange der Natur vollkommen entsprechende Resultat ergab, dass in demselben Maasse, in welchem die Fauna und Flora der Vorwelt allmälig zurücktraten, die Fauna und Flora der Jetztwelt immer mehr das Uebergewicht erhielten. Diese vergleichenden Untersuchungen sind nun im Thierreiche besonders für die fossilen Conchylien durchgeführt worden, weil sie sich als die Ueberreste der am häufigsten vorkommenden, der am weitesten verbreiteten und der am längsten ausdauernden Organismen zu solchen Vergleichungen weit mehr eignen, als die Ueberreste von anderen Thierclassen oder auch von Pflanzen.

Der berühmte französische Conchyliolog Deshayes hat auf diese Weise an 3000 fossile Species verschiedener Tertiärformationen mit 5000 lebenden Species verglichen, um für diese Formationen das Verhältniss der vorweltlichen und jetztweltlichen Species zu ermitteln, und so gelangte er im Jahre 1830 zu dem Resultate, dass, wenn man, freilich ohne Berücksichtigung des gewiss sehr beachtenswerthen Verhältnisses der grösseren oder geringeren Frequenz ihrer Individuen, die Gesammtzahl der in jeder Formation bekannten Species in die beiden Zahlen der ausgestorbenen und der jetzt lebenden Species zerfällt, die letztere Zahl einen immer grösseren Werth erhält, je neuer die Formation ist. Indem er nun diese Zahlen für die drei schon früher unterschiedenen Abtheilungen der unteren, der mittleren und der oberen Tertiärformationen zu bestimmen versuchte, und dabei die Anzahl der lebenden Species

in Procenten der Gesammtzahl ausdrückte, fand er, dass in den unteren Tertiärbildungen (von Paris und London) etwa 3, in den mittleren (von Bordeaux, Turin, Wien) etwa 19, und in den oberen, subapenninischen Tertiärschichten etwa 52 Procent der vorhandenen Conchylien auf noch gegenwärtig lebende Species zu beziehen sind*).

Lyell brachte eine auf diese Verhältnisse gegründete Nomenclatur in Vorschlag, durch welche der Eintheilung in untere, mittlere und obere Tertiärformationen ein bestimmterer Ausdruck und eine paläontologische Bedeutung verschafft werden sollte. Die von ihm vorgeschlagenen und bereits oben (S. 54) erläuterten Namen eocän, miocän und pliocän**) haben auch ganz allgemeinen Eingang gefunden; nur darf man wohl gegenwärtig die Bedeutung dieser Namen nicht zu speciell auf die damals von Deshayes bestimmten Zahlen beschränken; vielmehr muss diesen Verhältnisszahlen ein grösserer Spielraum zugestanden werden, wenn sie einer naturgemässen Eintheilung entsprechen sollen. Auch ist diess schon von Lyell geschehen, indem er die sicilianische und einige andere Tertiärbildungen, wegen der noch weit grösseren Quote lebender Species, als neuere pliocäne Formationen von den übrigen absonderte.

Ueberhaupt möchte wohl, wie schon d'Archiac bemerkte, diese auf das Verhältniss der lebenden und ausgestorbenen Species gegründete Eintheilung der Tertiärformationen nur in sehr allgemeiner Weise geltend zu machen sein, weil die Species an und für sich nicht selten ein unsicherer Begriff ist, weil man doch niemals weder alle Species einer Formation noch alle jetzt lebende Species kennt, und weil viele tertiäre Faunen nur locale sind, und also keine sichere Vergleichung zulassen. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *II*, *p.* 485. Dazu kommt noch, dass die reinen Süsswasserbassins gar nicht mit bei diesen Vergleichungen berücksichtigt werden können. Auch ist es schon deshalb um so nöthiger, jenen Verhältnisszahlen nur einen sehr ungefähren Werth beizulegen, oder sie innerhalb gewisser Gränzen schwankend zu denken, weil bei ihrer Bestimmung der sehr wichtige Unterschied der vorwaltenden und der nur selten vorkommenden Species, also die Frequenz der Individuen, gar nicht berücksichtigt worden zu sein scheint. Mein verehrter Freund Hörnes hat mich noch neuerdings auf diesen Umstand

*) *Bull. de la soc. géol. I*, 1830, *p.* 185 f.

**) Wegen der Orthographie dieser Namen ist zu bemerken, dass solche sehr gewöhnlich auch in teutschen Schriften eocen, miocen und pliocen geschrieben werden, was aber nicht richtig ist, weil unsere Sprache den Diphthong ae besitzt, und daher den sehr wesentlichen Unterschied zwischen *καινος* und *κενος* ausdrücken kann. Dass man aber äocän schreiben müsse, weil das Wort angeblich *αιοκαινος* heisse, diess ist eben so falsch, als dass man meocän schreiben müsse, weil man Mejonit und nicht Meionit schreibe; denn Meionit ist die richtige Schreibart, welche allenfalls durch Mionit, aber nie durch Mejonit zu ersetzen wäre.

aufmerksam gemacht, und ich glaube seiner Ansicht beistimmen zu müssen, dass die nur als Seltenheiten vorkommenden Species bei derartigen Vergleichungen keine Berücksichtigung erfahren können, weil es ja doch überhaupt weit mehr auf den allgemeinen Charakter der Fauna ankommt, der sich besonders in ihren vorherrschenden Species ausgedrückt findet.

Wenn wir nun aber auf den allgemeinen Charakter der Fauna achten, so finden wir, wie solches schon längst von Bronn und später von Hörnes hervorgehoben worden ist, dass in dieser Hinsicht zwar die eocänen Bildungen sehr scharf von den jüngeren Tertiärbildungen getrennt sind, dass dagegen die miocänen und pliocänen Bildungen eine sehr grosse gegenseitige Annäherung zeigen. Dieses sehr auffallende Verhältniss bestimmte Bronn, in der ersten Auflage der Lethäa die Tertiärformationen überhaupt nur in eine untere und in eine obere Gruppe zu sondern, womit denn auch der neuerdings von Hörnes gemachte Vorschlag ganz übereinstimmt, die miocänen und pliocänen Bildungen unter dem Namen der neogenen Bildungen zu vereinigen, und im Allgemeinen nur eocäne und neogene Tertiärformationen zu unterscheiden.

Da auf das Urtheil so ausgezeichneter Paläontologen gewiss ein grosses Gewicht zu legen ist, so glauben wir unsern Lesern die Begründung desselben etwas ausführlicher vorführen zu müssen.

Der Unterschied der miocänen und pliocänen Bildungen, sagt Bronn, steht offenbar nicht auf derselben Rangstufe, wie der Unterschied zwischen ihnen beiden zugleich und den eocänen Bildungen. Der Charakter der eocänen Flora und Fauna ist in Europa wie in Amerika durchaus verschieden von jenem der mio- und pliocänen Flora und Fauna. Identische Species auf beiden Seiten sind sehr selten, und sogar die Genera der Säugethiere, der Pflanzen u. A. sind grösstentheils andere; dort nur ausgestorbene Arten, hier eine mehr oder weniger erhebliche Quote noch lebender Arten; dort noch grössere Universalität der organischen Charaktere, hier ein allmäliges Anpassen der organischen Formen an das jetzige örtliche Klima. Diese Gränze zwischen beiden Gruppen ist nicht nur in grösseren Umrissen durch die wichtigsten paläontologischen Merkmale festgestellt, sondern auch fast stets scharf geognostisch bestimmt durch eigenthümliche Gesteine, abweichende Lagerung oder bedeutende Lücken in der Reihenfolge der Bildungen.

Die untere (eocäne) Gruppe wird durch die ihr ausschliesslich angehörigen Nummuliten, durch die Anoplotherien, Paläotherien, Lophiodonten und ihre gewöhnlichen Begleiter, durch die bekannten Fucoiden aus dem Geschlechte Chondrites und durch eine auffallende Menge von Proteaceen charakterisirt, wie sie jetzt hauptsächlich in Neuholland und Südafrika vertreten sind. Die obere (mio- und pliocäne) Gruppe hat unter den Säugethieren die Halianassen, Dinotherien, Mastodonten, Elephanten, Rhinocerote, und eine Baum-Vegetation mit vorherrschenden Amentaceen, Acerineen, Juglandeen, Laurineen und nächstverwandten Familien zu eigen, wie solche jetzt im wärmeren Nordamerika uud in den Mittelmeer-Gegenden hauptsächlich vorkommen. Auch

die Insekten und Conchylien zeigen einen ähnlichen Gegensatz; sie sind dort von tropischem, hier von kaum subtropischem Charakter, der allmälig in den heutigen übergeht. — Von der eocänen Formation aufwärts bilden daher alle tertiäre Schichten, wenn man so will, nur noch eine Formation, und die Unterscheidung in miocän und pliocän kann nur noch der Bequemlichkeit wegen in gewissen Fällen angewendet werden. Lethäa, 3. Aufl. VI, S. 28 u. 45.

Hörnes hat die Güte gehabt, mir in einem Briefe seine Ansicht folgendermaassen zu motiviren. Er glaube durch seine Untersuchungen zu dem Resultate gelangt zu sein, dass zwischen der Fauna der Eocänperiode und jener der Neogenperiode eine sehr auffallende Verschiedenheit Statt finde, indem die erstere den Charakter einer tropischen, die letztere den einer subtropischen oder einer dem gemässigten Klima angehörigen Fauna hat. Dieses Resultat sei übrigens nicht neu, sondern längst bekannt, und er sei überzeugt, dass sich zwischen diesen beiden Gruppen der Tertiärformationen eine scharfe Gränze werde ziehen lassen. Besteht nun aber sonach ein scharfer Gegensatz zwischen den eocänen und miocänen Bildungen, so gehen wir weiter und fragen, welcher Unterschied zwischen den miocänen und pliocänen Ablagerungen Statt findet. Da finden wir denn bei genauen Vergleichungen, dass, während bei den eocänen und neogenen Schichten von tausend Species kaum einige wenige übereinstimmen, in den miocänen und pliocänen Schichten die meisten Species dieselben sind. Allerdings giebt sich ein Unterschied der Formen derselben Species in den unteren und oberen Schichten zu erkennen; allein es sind doch immer dieselben Species; wovon man sich sehr gut überzeugen kann, wenn man eine grosse Sammlung zu seiner Disposition hat, um ganze Reihen aus den untersten bis zu den höchsten Schichten zusammenstellen zu können. Uebrigens ist auch diess nichts Neues; denn Bronn hat in der neuen Ausgabe seiner Lethäa häufig auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht. —

Es muss wohl als eine erfreuliche Bestätigung dieser Ansichten von Bronn und Hörnes gelten, dass sich kürzlich auch Sismonda ganz in demselben Sinne ausgesprochen hat. Neues Jahrbuch für Min. 1853, S. 332 f.

Nach Hörnes würde man die Tertiärformationen am naturgemässesten etwa auf folgende Weise einzutheilen haben:

A. Eocäne Bildungen.

1. Aeltere Eocänbildungen; Paris, London.
2. Jüngere Eocänbildungen; Lesbaritz, Système tongrien und rupélien in Belgien, Westeregeln bei Magdeburg.

B. Neogene Bildungen.

3. Aeltere Neogenbildungen; Touraine, Bordeaux, Wien, Turin, Polen.
4. Jüngere Neogenbildungen; Asti, Castell'arquato, Sicilien, Rhodos u. a.

Diese Eintheilung scheint auch dem Bedürfnisse einer allgemeinen Uebersicht hinreichend zu entsprechen, während allen speciellen Gliederungen, wie sie für einzelne Formationen in diesen oder jenen Län-

dern aufgestellt worden sind, doch immer nur eben für diese und die zunächst angränzenden Länder eine wesentliche Bedeutung und ein wirkliches Interesse zugestanden werden kann.

Alcide d'Orbigny unterscheidet innerhalb der Tertiärformationen fünf Abtheilungen oder Etagen, welche sich, wenn man die beiden ersteren vereinigt, auf vier reduciren würden, die den vier Abtheilungen von Hörnes ungefähr entsprechen; diese fünf Abtheilungen sind:

1. *Etage suessonien*, begreift wesentlich die Nummulitenformation;
2. . . . *parisien*, ältere Eocänbildungen;
3. . . . *tongrien*, jüngere Eocänbildungen;
4. . . . *falunien*, ältere Neogenbildungen;
5. . . . *subapennin*, jüngere Neogenbildungen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wenden wir uns zur specielleren Betrachtung einiger Tertiärformationen, wobei wir die Nummulitenformation vorausgehen lassen.

Erstes Capitel.

§. 438. *Nummuliten- und Flysch-Formation.*

Eine der grossartigsten und wunderbarsten Erscheinungen im Gebiete der Gebirgswelt tritt uns in den mächtigen Schichtensystemen der Nummulitenformation entgegen, welche in einem nur wenig unterbrochenen Zuge, von Spanien und Marocco aus durch die zu beiden Seiten des mittelländischen Meeres gelegenen Länder nach Aegypten *), Kleinasien und der Krimm, und weiterhin durch Persien und Ostindien bis an die Gränzen von China verfolgt werden können, dabei stellenweise zu gewaltigen Gebirgen aufragen, und in ihrer Vereinigung jene grosse centrale Eocänformation der alten Welt bilden, welche innerhalb ihres erstaunlichen Verbreitungsgebietes dennoch eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften zeigt, dass man schliessen muss, es sei ein einziges, von Westen nach Osten ausgedehntes Meer gewesen, auf dessen Grunde diese Formation gebildet wurde **).

Die Nummulitenformation besteht wesentlich aus zwei Hauptgliedern: aus einem unteren, mit zahllosen Ueberresten von Nummuliten

*) Die Pyramiden Aegyptens sind hauptsächlich aus Nummulitenkalkstein erbaut.

**) Als Hauptquellen für das Studium der Nummulitenformation sind zu empfehlen: die Abhandlung von *Murchison*, *on the structure of the Alps, Apennins and Carpathians*, 1849; der dritte Band von *d'Archiac Histoire des progrès de la Géol.* 1850, so wie die *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde par d'Archiac et Jules Haime*, 1853, Studer's Geologie der Schweiz, Bd. II, S. 87 ff. und Rütimeyer über das schweizer Nummuliten-Terrain, 1850.

und anderen Seethieren erfüllten Gliede, und aus einem oberen Gliede, welches durch den gänzlichen Mangel aller thierischen Ueberreste eben so, wie durch das häufige Vorkommen von Fucoiden ausgezeichnet ist. Wir wollen mit Studer jenes die Nummulitenbildung, dieses die Flyschbildung nennen.

Diese beiden Hauptglieder der ganzen Formation erscheinen zwar bisweilen als ein paar getrennte, unabhängig von einander auftretende Bildungen; wo sie aber zugleich vorkommen, da behaupten sie stets die bestimmte Lagerungsfolge, dass die Nummulitenbildung nach unten, die Flyschbildung nach oben liegt. Auch kennt man mehre Beispiele von einer gegenseitigen Verknüpfung, indem der Flysch hier und da noch mehr oder weniger mächtige Einlagerungen von Nummulitengesteinen zeigt; wie dies z. B. nach Murchison bei Mosciano unweit Florenz, nach Studer an den Voirons und am Gurnigel in den Alpen der Fall ist.

1. Nummulitenbildung. Ihre Gesteine stellen sich theils als Kalksteine theils als Sandsteine dar, sind aber gewöhnlich durch einen grossen Reichthum von Nummuliten und anderen Foraminiferen ausgezeichnet; ja, die Kalksteine erscheinen oft geradezu als Aggregate von millionenweise dicht über einander liegenden Nummuliten, als wahre zoogene Gesteine.

Die Nummulitenkalksteine sind meist feinkörnig bis dicht, zäh und schwer zersprengbar, bisweilen breccienartig, verschiedentlich grau, gelb, braun und schwarz, auch wohl durch Eisenoxyd roth gefärbt; ja dieser Eisengehalt nimmt mitunter so überhand, dass sich fast kalkige Rotheisensteine ausbilden. Sie bestehen oftmals fast nur aus bald kleinen, bald thalergrossen Nummuliten, welche besonders auf der verwitterten Gesteinsoberfläche dicht an einander gedrängt im Relief hervortreten. Auch der sogenannte Granitmarmor von Neubeuern, ein granitartig gefleckter, von zahllosen kleinen Korallen und einzelnen Nummuliten erfüllter sandiger Kalkstein gehört nach Schafhäutl hierher*).

Oft ist der Kalkstein mit Sand gemengt, wodurch Uebergänge in Sandstein und Quarzit vermittelt werden, welche bisweilen, und zumal nach oben, mit dem Kalksteine abwechseln. Bisweilen erscheinen auch Mergel und Mergelschiefer. Berühmt wegen ihrer zahlreichen und wohlerhaltenen Fischabdrücke sind die mergeligen Kalksteine des Monte Bolca bei Verona, welche ebenfalls der Nummulitenformation angehören.

Die Nummulitensandsteine sind bald quarzig, bald thonig, meist grau, gelb oder braun, auch grün durch Glaukonitkörner, und schwarz; die dunkelfarbigen zeigen sich nicht selten weiss gesprenkelt, oft polyëdrisch zerklüftet und so schwer zersprengbar wie Grünstein; die hellfarbigen sind bald locker, bald so fest wie Quarzit. Sie pflegen ärmer an organischen Ueberresten zu sein, als die Kalksteine, enthalten aber doch in einzelnen Schichten oft zahlreiche

*) Neues Jahrb. der Min. 1846, 650 und 1852, 133 f.

Nummuliten, Orbitoliten und andere Fossilien. Der braune und grüne Nummulitensandstein am Nordrande der Alpen, bei Sonthofen und am Kressenberge (oder Teisenberge) in Baiern, wie bei Dornbirn und Fähnern in der Sentisgruppe, ist oft sehr reich an Eisenoxydhydrat, welches sogar zu Flötzen eines eigenthümlichen oolithischen Eisenerzes concentrirt ist.

2. Flyschbildungen. Sie bestehen aus dunkelfarbigen Schiefern (Flysch) und Sandstein, aus thonigem Kalkstein, Kalkschiefer, Mergelschiefer und Kalksteinbreccie, erlangen oftmals eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, enthalten aber von organischen Ueberresten gewöhnlich gar nichts, als Fucoiden, zumal *Chondrites intricatus* und *Ch. Targionii*, deren Abdrücke oft in grosser Menge die Schichtungsfugen und Spaltungsflächen der Kalksteinschiefer und Sandsteinschiefer bedecken, weshalb denn auch diese Gesteine häufig unter dem sehr bezeichnenden Namen Fucoidensandstein oder Fucoidenschiefer aufgeführt werden.

Doch sind die durch ihre Fische berühmten Schiefer von Glarus nach Murchison und d'Archiac gleichfalls hierher zu rechnen, was indessen Bronn noch nicht für völlig erwiesen hält. Auch ein paar in den Alpen vorkommende Gesteine, nämlich der Taviglianaz-Sandstein, ein dunkelgrünes, weissgesprenkeltes, kleinkörniges, an Diabastuff erinnerndes Gestein, und der Ralligsandstein, ein grüner und brauner, bisweilen auch rother, durch Nester einer kleinkörnigen Breccie ausgezeichneter Sandstein, sind als Glieder der Nummulitenformation erkannt worden*). In Spanien spielen auch Conglomerate eine recht wichtige Rolle; wie denn z. B. der durch seine zackigen Gipfel berühmte Mont-Serrat in Catalonien aus einem groben Conglomerate der Flyschbildung besteht. Auch in den Alpen sind mehrorts, wie im Habkerenthale und am Bolgen, sehr grossstückige Granit-Breccien und Conglomerate bekannt, deren Blöcke oder Gerölle oft ganz ausserordentliche Dimensionen haben. Uebrigens sind es die schieferigen und sandigen Gesteine der Flyschbildungen, welche von den Italiänern Macigno, die kalkigen Gesteine aber, welche von ihnen Alberese genannt werden. Da nach Zeuschner das Bindemittel der Fucoidensandsteine wesentlich aus kohlensaurem Kalk und Eisenoxydul besteht, so ist es erklärlich, dass diese Gesteine von allen Klüften einwärts oft gelb oder braun gefärbt sind, was auch von den meist licht blaulichgrauen mergeligen Kalksteinen und Kalkschiefern gilt. Wülste auf den Schichtungsflächen gehören ebenfalls zu den gewöhnlichen Erscheinungen. — Die bedeutende Mächtigkeit und Verbreitung, welche der Macigno und Alberese in der Apenninenkette zeigen, so wie der ganz eigenthümliche paläontologische Charakter dieser Gesteine bestimmten Pilla im Jahre 1845, die Flyschbildung als eine selbständige Formation unter dem Namen *terrain étrurien* einzuführen, was jedoch wenig Beifall gefunden hat.

*) Im Ralligsandstein sind Pflanzenreste gefunden worden, welche nach Fischer-Ooster mit denen der eocänen Flora von Sotzka übereinstimmen. Studer, a. a. O. S. 115, und Mittheilungen der naturf. Ges. zu Bern, 1852, Nr. 237.

Als einige untergeordnete Bildungen der Nummulitenformation sind Basalttuff, Jaspis, Steinkohlen, Gyps, Steinsalz, Schwefel, und Eisenerze zu erwähnen, weshalb denn auch diese Formation in technischer und nationalökonomischer Hinsicht oftmals eine grosse Wichtigkeit erlangt, abgesehen davon, dass viele ihrer Gesteine als Bausteine, als Dachschiefer (Lavagna) u. s. w. benutzt werden können.

Basalttuffe sind besonders im Val-Nera, bei Ronca, Montecchio maggiore und Monte-Viale in der Umgegend von Vicenza bekannt; sie wechseln daselbst zum Theil regelmässig mit Nummulitenkalkstein, enthalten bisweilen selbst Nummuliten und andere organische Ueberreste, und sind von Al. Brongniart unter dem Namen Brecciole, in seinem bekannten *Mém. sur les terrains calcareo-trappéens du Vicentin* (1823), so wie von Bronn ausführlich beschrieben worden.

Jaspis ist namentlich in den Apenninen Ober-Italiens, bei Pietra Mala, Prato, Borghetto u. a. O. vielfach bekannt; er bildet regelmässige Schichten, ist theils einfarbig roth, theils bunt gestreift, und findet sich besonders in der Nachbarschaft der dortigen Serpentine und Gabbros; (vergl. oben S. 444). Auch die bekannten Aegyptischen Kugeljaspise liegen in der Nummulitenformation, und enthalten bisweilen selbst Nummuliten. Haidinger, Handb. der bestimmenden Mineral. S. 325.

Steinsalz, Gyps und Schwefel. Durch die neueren Untersuchungen von Verneuil und Collomb ist es erwiesen worden, dass die bekannten Steinsalz-Ablagerungen von Cardona, Peralta u. a. O. in Catalonien der Nummulitenformation angehören; da sie von Gyps, so wie von rothen Mergeln und Sandsteinen begleitet werden, so zeigen sie eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den Steinsalzgebilden der Trias. Höchst wahrscheinlich sind die Steinsalzstöcke Siciliens, sowie die dortigen Gyps- und Schwefelbildungen, desgleichen die Salz- und Gyps-Stöcke Kleinasiens und Armeniens ebenfalls in das Gebiet der Nummulitenformation zu verweisen; doch wird die sicilianische Bildung von Pinteville für pliocän erklärt.

Kohlenflötze bilden keine seltene Erscheinung, auch sind sie oft mächtig genug, um abgebaut werden zu können; so z. B. bei Entrevernes in Savoien, am Abhange der Diablerets bei Anzeindaz unweit Bex, wo die Kohle 2 bis 3 Meter mächtig und von anthracitähnlicher Beschaffenheit ist, bei Beatenberg und in den Ralligstöcken, bei Gutaring in Kärnthen, bei Albona in Istrien.

Eisenerze. Die dunkelgrünen und dunkelbraunen Nummulitensandsteine, wie solche in der Gruppe des hohen Sentis in Appenzell, bei Sonthofen, Neubeuern, Eisenerz, Mattsee und am Teisenberge oder Kressenberge bekannt sind, füllen sich oft dermaassen mit kleinen, mohn- bis hirsekorngrossen, schwarzbraunen Körnern von Eisenoxydhydrat, dass sie in förmliche Schichten von oolithischem Eisenerz übergehen, welches mehrorts zu einer bedeutenden Eisenproduction verwendet wird, obgleich es nach Schafhäutl durchschnittlich nur 22 p. C. Eisen liefert.

In den Pyrenäen, im Atlas, in den Alpen, Apenninen, Karpathen und in allen den Gebirgen, an deren Bildung die Nummulitenformation Theil

nimmt, sind ihre Schichten oft von gewaltsamen Convulsionen und Dislocationen betroffen und nicht selten bis zu den höchsten Gipfeln hinaufgedrängt worden.

Die Nummulitenformation ist an ihrer unteren Gränze oft so innig mit der Kreideformation verbunden, dass es nicht befremden kann, wenn früher zwischen beiden ein sehr inniger Zusammenhang vorausgesetzt wurde, welchen man wenigstens so auffassen zu können meinte, dass der Nummulitenkalkstein eine Art von Uebergangsbildung aus der cretacischen in die eocäne Formation darstelle. Allein die häufige concordante Auflagerung und die bisweiligen petrographischen Uebergänge können, wie Murchison bemerkt, den durch die abweichende Fauna beider Formationen äusserst scharf ausgesprochenen Unterschied nicht verwischen. Uebrigens zeigt auch die Nummulitenformation sehr häufig eine übergreifende oder transgressive Auflagerung auf weit älteren Formationen, wodurch schon ihre Unabhängigkeit von der Kreideformation erwiesen wird. Dass aber noch einige wenige organische Ueberreste aus der Kreide in die Nummulitenbildung hinaufreichen, darüber kann man sich wohl bei zwei unmittelbar auf einander folgenden Formationen nicht wundern*).

Von der Fauna der Nummulitenbildung hat d'Archiac eine vollständige Uebersicht geliefert, aus welcher wir Folgendes entlehnen. Die Anzahl der (im Jahre 1850) bekannten Species beträgt 1677; darunter befinden sich:

920, welche der Formation eigenthümlich und
323, welche tertiär sind;
5, welche unzweifelhaft und
14, welche vielleicht cretacisch sind;
374 noch unbestimmte, und
61 noch zweifelhafte Species.

Von den tertiären Species sind 270 in denjenigen eocänen Schichten Nordfrankreichs, Englands und Belgiens bekannt, in welchen gleichfalls Nummuliten vorkommen. Da nun die der Formation eigenthümlichen Species weit mehr einen tertiären, als einen secundären Charakter

*) Wohl aber würde es eine höchst auffallende Erscheinung sein, wenn sich am Kressenberge nach Schafhäutl unter 87 wohl bestimmbaren Species 32 cretacische, 7 jurassische, 33 ganz neue, und nur 15 unzweideutig tertiäre Species vorfinden. Neues Jahrb. d. Min. 1852, S. 171. Diese, wie es scheint, auf sehr gewissenhaften Beobachtungen beruhenden Resultate müssen wohl zu weiteren Untersuchungen auffordern.

haben, so kann wohl die Nummulitenformation mit allem Rechte der älteren Eocänformation des nordwestlichen Europa parallelisirt werden. Als vorzüglich charakteristische, weil am weitesten verbreitete und am häufigsten vorkommende Species hebt d'Archiac 67 hervor, von welchen 33 zugleich als charakteristische Formen der eocänen Schichten von Paris und London bekannt sind.

Diese 67 Leitfossilien, von denen sich die meisten auf den beiden Tafeln LXI und LXII unseres Atlas abgebildet finden, sind nämlich folgende*).

Korallen.

Phyllocaenia irradians EH. 61, 1, ein Fragment; = *Astraea radiata Mich.*

* *Trochocyathus sinuosus EH.* 61, 2; = *Turbinolia sin.*

Foraminiferen.

Orbitolites Fortisii d'Arch. 61, 3; = *Orb. discus* u. *parmula Rütim.*

. *papyracea d'Arch.* 61, 4.

. *radians d'Arch.* 61, 5.

. *stellata d'Arch.* 61, 6; *a* nat. Grösse.

. *submedia d'Arch.* 61, 7.

* *Nummulites laevigata Lam.* 61, 8.

. *biaritzana d'Arch.***) 61, 9; jetzt *N. biaritzensis d'Arch.*

* *elegans Sow.* 61, 10; jetzt *N. planulata d'Orb.*

. *intermedia d'Arch.* 61, 11; bei *a* vergr. Querschnitt.

. *globosa Rütim.* 61, 12; ist nach d'Archiac = *N. perforata d'Orb.*

. *globulus Leym.* 61, 13; jetzt *N. Ramondi Defr.*

. *polygyrata Rütim.* (non Desh.) 61, 14, Querschnitt; ist nach d'Archiac = *complanata Lam.* und erlangt 7 bis 10 Centimeter im Durchmesser.

. *assilinoides Rütim.* 61, 15; ist nach d'Archiac = *N. exponens Sow.*

* *scabra Lam.* 61, 16; bei *a* vergr. Querschnitt.

. *spissa Defr.* 61, 17; bei *a* ein Stück Querschnitt vergrössert; ist nach d'Archiac, welcher sie früher als *N. crassa* abbildete, blos eine Varietät von *N. perforata d'Orb.*

Operculina Boissyi d'Arch. 61, 18.

. *ammonea Leym.* 61, 19.

*) Die auch bei Paris und London vorkommenden Species sind hier mit einem * bezeichnet; auf den Tafeln ist ihren Namen das Zeichen < beigesetzt worden.

**) Auf der Tafel steht fälschlich *biaritzina;* da d'Archiac in seiner Monographie der Nummuliten manche Namen geändert hat, so führen wir die jetzt von ihm adoptirten Synonymen an. Statt der in den Alpen häufigen Species, welche hier unter dem Namen *assilinoides* nach Rütimeyer aufgeführt worden ist, nennt d'Archiac als Leitfossil eine andere Species, nämlich *N. spira Roissy.*

Alveolina ovoidea d'Orb. 61, 20, vergrössert, bei *a* nat. Grösse.
. *oblonga d'Orb.* 61, 21.
. *melo d'Orb.* 61, 22.

Krinoiden.

Pentacrinus didactylus d'Orb. 61, 23.

Echiniden.

Hemiaster obesus Des. 61, 24.
Echinolampas subsimilis d'Arch. 61, 25.
. *politus Desmoul.* ist abgebildet bei Goldfuss T. 48 F. 8.
* *Pygorhynchus scutella Ag.* 61, 26, verkleinert, ist = *Nucleolites scutella Goldf.*
Eupatagus ornatus Ag. 61, 27, verkleinert, ist = *Spatangus ornatus Defr.*
Conoclypus conoideus Ag. 61, 28, wird noch einmal so gross.

Würmer.

Spirula spirulaea Lam. 61, 29; ist = *Serpula nummularia Bronn.*

Conchiferen.

Teredo Tournali Leym. 62, 1, *a* nat. Grösse, *b* vergrössert.
* *Pholadomya Puschii Goldf.* 62, 2, verkleinert.
* *Corbis lamellosa Lam.* 62, 3, verkleinert.
* *pectunculus Lam.* 62, 4, wird dreimal grösser.
* *Corbula rugosa Lam.* 62, 5.
* *Venericardia acuticostata Lam.* 62, 6.
* *imbricata Lam.* 64, 28.
* *multicostata Lam.*
* *Cytherea nitidula Lam.* 63, 12.
* *Lucina mutabilis Defr.* 62, 9, dreimal verkleinert.
. . . . *corbarica Leym.*
* *Chama gigas Desh.* 62, 7, etwas verkleinert.
* *calcarata Lam.* 62, 8.
Spondylus asperatus Münst. 62, 10, etwas verkleinert.
. *cisalpinus Brong.* 62, 11, desgleichen.
* *Ostrea gigantea Brand.* ist sehr gross.
. . . . *vesicularis Lam.* 56, 15; diese Species ist eine von denen, welche ganz entschieden aus der Kreide in die Nummulitenbildung heraufgehen*).
Vulsella falcata Goldf. 62, 12, verkleinert.

*) Als andere dergleichen cretacische Species führt d'Archiac noch auf: *Ostrea semiplana*, *O. lateralis*, *O. hippopodium*, *Spondylus duplicatus*, *Sp. striatus*, *Terebratula elongata*, *T. Faujasii.* Nach Cornalia und v. Heyden kommt in Istrien sogar noch *Ostrea columba* vor. Schafhäutl führt unter den 32 angeblich cretacischen Species vom Kressenberge selbst noch *Exogyra Couloni* an.

Gasteropoden.

* *Pileopsis cornu copiae* Lam. 62, 16, halb verkleinert, = *Capulus c. c.*
* *Neritina conoidea* Desh. 62, 13, wird oft viel grösser.
* *Natica sigaretina* Desh. 62, 14, wird grösser.
* *mutabilis* Desh. 62, 15, desgleichen.
* *hybrida* Desh.

Cerithium diaboli Brong. 62, 17.

. *Leymeriei* d'Arch. wird sehr gross und steht dem *Cerithium giganteum* aus dem Pariser Grobkalk sehr nahe.

* *Voluta ambigua* Lam. 62, 18.
* *Trochus agglutinans* Lam. 62, 19; jetzt *Phorus aggl.*
* *Turritella imbricataria* Lam. 62, 20.
* *Rostellaria fissurella* Lam. 62, 21.
* *Melania costellata* Lam. 62, 22.
* *Fusus longaevus* Lam. 62, 23, wird mehr als noch einmal so gross.
* . . . *intortus* Lam. 62, 24.
* *Terebellum convolutum* Lam. 62, 25.

. *obtusum* Sow.

* *Pleurotoma clavicularis* Lam. 62, 26; wird auch grösser.
* *Cypraea elegans* Defr. 62, 27.

Cephalopoden.

Nautilus lingulatus Buch 62, 28.

In der Flyschbildung, als der oberen und oft erstaunlich mächtigen Abtheilung der Nummulitenformation, sind bis jetzt, ausser den nur an einzelnen Localitäten vorkommenden Fischen, lediglich Fucoiden beobachtet worden, welche aber so häufig und so allgemein verbreitet sind, dass sie als höchst charakteristische Fossilien gelten müssen.

Meist sind es Species des Genus *Chondrites;* Adolph Brongniart führt folgende auf, von denen die beiden ersten am häufigsten vorkommen:

Chondrites intricatus Brong.	*Chondrites Huotii Brong.*
. *Targionii Brong.*	 *affinis Sternb.*
. *aequalis Brong.*	 *inclinatus Sternb.*
. *difformis Brong.*	*Münsteria Hoessii Sternb.*
. *furcatus Brong.*	 *flagellaris Sternb.*
. *recurvus Brong.*	 *geniculata Sternb.*

Sehr wahr ist die Bemerkung, welche d'Archiac ausspricht, dass die grosse Einfachheit und Beständigkeit der wichtigsten Charaktere der Nummulitenformation unser Erstaunen erregen müsse, wenn wir bedenken, dass diese Formation die ganze alte Welt von Marocco bis nach China durchzieht. Ihre untere Abtheilung wird überall durch die in unendlicher Menge angehäuften Nummuliten charakterisirt; durch diese räthselhaften Geschöpfe, welche nur während einer kurzen Periode, aber in unermesslicher Zahl der Individuen das Meer belebten, so dass der

Ausdruck geologischer Horizont nicht leicht eine glücklichere Anwendung finden konnte, als für die nummulitenführende Etage unserer Formation; denn diese Etage bezeichnet uns genau den Zeitraum, auf welchen allein das in solcher Ueppigkeit entwickelte Geschlecht *Nummulites* mit seiner Lebensdauer gewiesen war. Aber die obere Abtheilung der Formation, wie ganz anders erscheint sie charakterisirt! Von Nummuliten keine Spur mehr, überhaupt kaum irgend etwas von thierischen Ueberresten, und dafür ein Reichthum von Fucoiden, welche, eben so wie die verschwundenen Nummuliten, fast nur einem Geschlechte angehörend, eine ähnliche Ueppigkeit der Entwickelung in der erstaunlichen Menge ihrer Individuen erkennen lassen.

Wenn nun aber das eocäne Alter der Nummulitenformation gar nicht bezweifelt werden kann, und wenn wir sehen, dass diese Formation in dem ganzen, durch drei Welttheile reichenden Landstriche ihres Vorkommens die älteren Eocänbildungen fast allein repräsentirt, so gewinnt die Ansicht d'Archiac's in der That eine grosse Wahrscheinlichkeit, dass uns eigentlich in ihr der wahre pelagische Normaltypus der ältesten Tertiärformation gegeben ist, während die gleichalten Ablagerungen des nordwestlichen Europa nur locale, in Binnenmeeren, Meerbusen oder Aestuarien ausgebildete Facies derselben Formation darstellen.

Ehe wir diese grosse südeuropäische Eocänformation verlassen, müssen wir noch in aller Kürze einiger gleichfalls eocänen Bildungen gedenken, welche sich im Bereiche oder doch in der Nachbarschaft derselben vorfinden; es sind diess gewisse kohlenführende Schichtensysteme der Alpen, und die menilitführenden Schichten Mährens und Galiziens.

D'Archiac macht wiederholt aufmerksam darauf, dass der eigentlichen Nummulitenbildung hier und da noch ältere tertiäre Schichten vorausgegangen sind, zu denen auch der plastische Thon und die Braunkohlen des Bassins von Paris gehören. Damit scheint auch die Stellung vieler der Kohlenflötze übereinzustimmen, welche im Gebiete der Nummulitenformation bekannt sind, und es dürften die Schichtensysteme von Häring, Sotzka, Sagor und Monte-Promina gleichfalls hierher gehören.

Das aus Conglomerat, Schieferthon, bituminösem Mergelschiefer, Mergel und einem stellenweise bis 6 Klafter mächtigen Kohlenflötze bestehende Bassin von Häring in Tyrol, das aus Sandstein, Mergelschiefer und trefflicher Steinkohle bestehende, und über 8 Meilen weit fortstreichende Schichtensystem von Sotzka in Untersteiermark, so wie die Ablagerungen von Sagor in Krain und Monte-Promina in Dalmatien sind in neuerer Zeit auf ihre Pflanzenreste gründlich untersucht worden, und haben so zu einer genaueren Kenntniss der Flora der Eocänperiode geführt. Aus den vortrefflichen Arbeiten Unger's über Sotzka und v. Ettingshausens über Häring*) hat sich insbeson-

*) Unger, die fossile Flora von Sotzka, in Denkschr. der K. K. Akad. der Wissensch. Bd. II, 1850, und C. v. Ettingshausen, die tertiäre Flora von

dere ergeben, dass der Charakter dieser Flora am meisten mit jenem der gegenwärtigen Flora von Neuholland übereinstimmt, was auch durch die Floren von Sagor und Monte Promina bestätigt wird.

Was nächstdem die (zuerst von Glocker als solche aufgeführte) Menilitformation der Karpathen betrifft, so scheint auch sie in sehr naher Beziehung zur Nummulitenformation zu stehen, auf oder zwischen deren Schichten sie gelagert zu sein pflegt. Sie besteht wesentlich aus fisch- und insektenreichen Mergelschiefern mit Menilit, und aus Schichten von Halbopal, ist bei Butschowitz, Bistritz, Nickolschitz und Weisskirchen in Mähren, bei Teschen in österreichisch Schlesien, bei Seipusch in Galizien bekannt, und soll nach Zeuschner am Nordrande der Karpathen weit nach Galizien hinein fortsetzen, ja, bei Dynow und Jurowce ganze Bergketten zusammensetzen.

§. 439. *Eocäne Tertiärformation des Bassins der Seine.*

Die Tertiärbildungen des Seinebassins verdienen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit, weil von ihnen die Kenntniss der Tertiärformationen überhaupt ausgegangen ist. Eine über die Umgegend von Paris zuerst im Jahre 1808 veröffentlichte Arbeit von Cuvier und Al. Brongniart war es, in welcher die Geognosie der Tertiärformationen ihren Anfangspunkt und ihr eigentliches Fundament gefunden hat; sie bezeichnet eine Epoche in der Wissenschaft, denn mit ihr beginnt die Aera einer ganz neuen Entwickelung derselben.

Unsere Kenntniss der tertiären Formationen ist daher noch ziemlich neu, und hat überhaupt von Frankreich und von England aus ihren Anfang genommen. Die ersten Bildungen der Art wurden nämlich in den Umgebungen von Paris durch die beiden genannten berühmten Naturforscher genauer studirt, und zuerst in den *Annales du Museum d'histoire naturelle* vom Jahre 1808, in einer Abhandlung unter dem Titel: *Essai sur la géographie mineralogique des environs de Paris*, welche 1811 sehr bereichert selbständig erschien, dann aber noch ausführlicher in der, dem wichtigen Werke: *Recherches sur les ossemens fossiles* beigefügten *Description géologique des environs de Paris* beschrieben. Man erkannte dort über der Kreide eine Reihe von Ablagerungen, welche einen mehrmals wiederholten Wechsel von marinen und limnischen Bildungen darstellten, und dadurch, so wie durch ihren Reichthum an trefflich erhaltenen organischen Ueberresten, insbesondere auch an Knochen von Säugethieren, die grösste Aufmerksamkeit erregten. Es wurden daher diese Ablagerungen in paläontologischer Hinsicht mit einer bis dahin noch nicht vorgekommenen Gründlichkeit studirt, und es lässt sich wohl behaupten, dass die damalige Untersuchung der Pariser Tertiärformation den ersten Impuls zu der neueren, erstaunenswerthen Ausbildung der Paläontologie gegeben hat. Bald nach der ersten Bekanntwerdung der Arbeiten von Cuvier und

Häring in Tyrol, in den Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, Bd. II, Abtheilung 3, 1853.

Brongniart untersuchte Webster die im südlichen England über der Kreide vorkommenden Bildungen, und zeigte, dass solche nicht nur nach ihren Fossilien, sondern auch nach ihrem Wechsel von marinen und limnischen Schichten grosse Uebereinstimmungen mit den Pariser Bildungen erkennen lassen. Nachdem so in Frankreich und England ein Anfang gemacht worden war, wurden die Tertiärformationen nicht nur in diesen, sondern auch in anderen Ländern immer weiteren und gründlicheren Forschungen unterworfen, so dass sie gegenwärtig einen der wichtigsten und umfassendsten Gegenstände der Geognosie bilden.

Die tertiären Ablagerungen Nordfrankreichs begreifen das Bassin der Seine und Loire, werden aber nur östlich von secundären Formationen begränzt, während sie nördlich mit den Tertiärbildungen Belgiens, südlich und westlich mit den Süsswasserbildungen des Centralplateau von Frankreich in Verbindung stehen. Sie bestehen aus mancherlei theils marinen, theils fluviomarinen und limnischen Schichten von Sand, Sandstein, Thon, Mergel, Kalkstein, Gyps und Braunkohle, welche zwar in petrographischer und paläontologischer Hinsicht eine bestimmte Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge zeigen, uns aber keinesweges berechtigen, dieselbe Lagerungsfolge als einen allgemein giltigen Typus für die Entwickelung aller Tertiärformationen zu betrachten*).

Dieses nordfranzösische Territorium der Tertiärformation bildet ein sanft undulirtes Plateau von etwa 700 bis 800 Fuss mittlerer Erhebung, welches von der Seine, der Loire und von deren Zuflüssen durchschnitten wird, aber nur im Seine-Gebiete die eigentlich eocänen Bildungen verchliesst. Nach d'Archiac, dessen vortrefflichen Arbeiten wir folgen, lassen sich diese eocänen Schichten in vier grosse Gruppen bringen; es liegen nämlich von unten nach oben über einander:

I. Unterer Meeressand, oder *sables inférieurs*,
II. Grobkalk, oder *calcaire grossier*,
III. Mittlerer Meeressand, oder *grès et sables moyens*,
IV. Süsswasserkalk und Gyps, oder *calcaire lacustre*.

Auf sie folgen noch im Bassin der Seine zwei Gruppen, nämlich

V. Oberer Meeressand, *grès et sables supérieurs* und
VI. Oberer Süsswasserkalk, *calcaire lacustre supérieur*.

Doch rechnet d'Archiac mit der Mehrzahl der Geologen diese beiden Gruppen schon zur mittleren oder miocänen Tertiärformation, während

*) Dieser Irrthum, welchen d'Archiac als *une erreur profonde* bezeichnet, ist freilich anfangs vielfach begangen worden, indem man die bathrologische Reihenfolge des Bassins von Paris gleichsam als eine Schablone betrachtete, nach welcher die Natur alle Tertiärformationen gebildet habe; ein damals sehr verzeiblicher Irrthum, von dem man immer mehr zurückgekommen ist.

sie Deshayes und Lyell als obere eocäne Bildungen betrachten; auch scheint Forbes nach neueren Beobachtungen in England nicht abgeneigt, sich dieser Ansicht wenigstens für den oberen Meeressand anzuschliessen. Uebrigens darf man nicht glauben, jene vier eocänen Gruppen überall und in aller Vollständigkeit anzutreffen, was nur in gewissen Regionen des Bassins der Fall ist, während in anderen Regionen bald diese, bald jene Gruppe gänzlich vermisst oder doch nur in theilweiser Ausbildung angetroffen wird.

I. Gruppe des unteren Sandes. Es ist diess dieselbe Gruppe, welche anfangs als die des plastischen Thones (*argile plastique*) aufgeführt wurde, weil die Ablagerungen eines solchen Thones gerade in der Umgegend von Paris einige Bedeutung gewinnen. Bei einem allgemeineren Ueberblicke des ganzen Bassins ergiebt sich jedoch, dass dieser plastische Thon im Vergleich zu den mächtigen Sand- und Sandsteinmassen, denen er eingeschaltet ist, nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Diese Gruppe des unteren Sandes, oder des Sandes von Soissons (daher *étage suessonien* von d'Orbigny) besteht aus verschiedenen, doch vorherrschend aus sandigen Gesteinen, ist besonders im nördlichen Theile des Bassins entwickelt, verschmälert sich aber nach Süden, und erscheint daher nur wenig auf dem linken Ufer der Seine, während sie sich nach Norden an die gleichalten Bildungen von Belgien anschliesst. Nach d'Archiac zerfällt sie in folgende sechs Etagen, welche jedoch keineswegs überall vollzählig vorhanden sind.

1. Glaukonitischer Sand und unterer Süsswasserkalk; *Glauconie inférieure et calcaire lacustre inférieur*. Unmittelbar über der Kreide liegt fast überall ein blaulichgrauer, feinkörniger Quarzsand, welcher mehr oder weniger eisenschüssig, glimmerig und glaukonitisch, bisweilen auch als weicher Sandstein ausgebildet ist, und hier und da Lager von Thon oder von Flintgeröllen umschliesst, welche letztere aus der Zerstörung des oberen Theiles der Kreideformation hervorgegangen sind. Von Fossilien ist nur wenig bekannt: Steinkerne von *Cyprina scutellaria Desh.*, Serpeln, ein Spongit so wie Knochen von Schildkröten und von einem Säugethier, nämlich *Arctocyon primaevus*. Die Mächtigkeit dieses Sandes ist sehr verschieden und erreicht im Dép. der Aisne 10 Meter.

Im östlichen Theile des Bassins wie z. B. bei Rilly unweit Reims (Marne) ist es mehr weisser Sand, der nach oben von einem gelben, mergeligen, limnischen oder brackischen Kalkstein mit *Physa gigantea* u. a. Conchylien bedeckt wird; bei Sézanne enthält dieser Kalkstein auch Pflanzenreste, und Hébert hat es wahrscheinlich gemacht, dass sich derselbe überhaupt auf 20 lieues Länge von Nord nach Süd erstreckt.

2. Plastischer Thon, Sand und Braunkohlen; *argile plastique et lignite*. Diese Etage, in nationalökonomischer Hinsicht die wichtigste und auch in geologischer Hinsicht die interessanteste der ganzen Gruppe, beginnt

gewöhnlich mit weissem oder grauem, bisweilen roth gestreiftem plastischem Thone, welcher mehr oder weniger Eisenkies, mitunter auch Gypskrystalle enthält. Darüber folgen Lager oder Stöcke von Braunkohle, deren oft zwei oder drei über einander liegen, welche durch Kohlenletten oder Muschelmergel getrennt werden, in denen auch bisweilen ganz oben eine dünne Lage von bituminösem Süsswasserkalkstein liegt. Endlich schliesst diese Etage mit gelblichen, blaulichen oder schwärzlichen unreinen Thonen, welche mit gleichfarbigen Sandschichten und mit Muschelbänken abwechseln, von denen die unteren besonders von Cerithien und Cyrenen, die oberste dagegen von Austern, und namentlich von *Ostrea bellovacina* gebildet wird. Die wichtigsten dieser Muscheln sind*):

Cerithium variabile Desh. 63, 30.
. *turbinatum Desh.* 63, 28.
Cyrena antiqua Fér. 63, 8.
. . . . *cuneiformis Fér.* 63, 9.
Melanopsis buccinoidea Fér. 63, 16.
Paludina lenta Sow. 63, 18.
Melania inquinata Defr. 63, 22.
Ostrea bellovacina Lam. 63, 3.
Physa columnaris Desh. 63, 20.
Neritina globulus Defr. 63, 24.

Ausser diesen Conchylien kennt man auch aus dieser Etage Ueberreste von Trionyx und Emys, von Crocodilen, von *Anthracotherium*, *Lophiodon* u. a. ausgestorbenen Säugethieren. — Die Braunkohlen bilden meist nur stockförmige Lager, welche aber gewöhnlich in Thälern unbedeckt zu Tage austreten, und daher häufig durch Tagebaue gewonnen werden. — Bei Epernay ist diese Etage 22 Meter mächtig.

3. Sand, Sandstein und Conglomerat; *grès, poudingues et sables coquilliers.* Ueber der vorigen Etage, und, wo sie fehlt, unmittelbar über der ersten, (ja bisweilen unmittelbar über der Kreide) folgt diese, entschieden marine Etage, deren Sand meist weiss, grau oder gelb, feinkörnig oder grob ist, und, zumal nach oben, durch kieseliges Bindemittel in quarzigen Sandstein und in Conglomerat übergeht, welche bald stetige Bänke, bald nur unregelmässige Concretionen innerhalb des losen Sandes bilden. Besonders bezeichnend für die Etage sind:

Ostrea bellovacina Lam. 63, 3.
Cucullaea crassatina Lam. 63, 14.
Venericardia pectuncularis Lam.
. *multicostata Lam.*
Nucula fragilis Desh. 63, 13.
Pectunculus terebratularis Lam.
Cyprina scutellaria Desh.
Lucina grata Defr. 63, 15.
Corbula longirostris Desh. 63, 11.
Crassatella sulcata Lam. 63, 6.
Cardium hybridum Desh. 63, 5.

4. Verschiedene Sande; *sables divers.* Sie bilden die eigentliche Hauptmasse der ganzen Gruppe, erlangen bis 45 Meter Mächtigkeit, und erscheinen als mehr oder weniger eisenschüssige Sande, welche ganz oben oft glaukonitisch werden, ausserdem aber nicht selten knollige Concretionen von Sandstein und Quarzit umschliessen. Gewöhnlich sind sie fossilfrei, aber die nächstfolgende Etage ist ihnen nach oben untergeordnet.

*) Denen auf Tafel LXII und LXIII unseres Atlas abgebildeten Formen dieser ersten Gruppe sind die Nummern der Tafel und Figur beigesetzt, um uns die nochmalige Aufzählung der auf ihnen stehenden Figuren zu ersparen. Dasselbe Verfahren ist auch bei den folgenden Tafeln beobachtet worden.

5. Conchylienbänke; *lits coquilliers**). Innerhalb der vorerwähnten Sandablagerung bilden einige Muschelbänke einen sehr bestimmten Horizont. Sie bestehen gleichfalls aus Quarzsand, der bisweilen mit Kalk, Thon oder Glaukonit gemengt, und äusserst reich an Conchylien ist. Am besten lassen sich diese wichtigen Schichten in der Gegend von Soissons und Laon beobachten, wo sie mehre Meter mächtig sind, und mehr als 260 Species enthalten, von denen die folgenden besonders charakteristisch sind:

Nummulites planulata Lam. 63, 1.
Alveolina oblonga Orb. 61, 21.
Crassatella ponderosa Nyst. 63, 7.
Cyrena Gravesi Desh.
Cytherea nitidula Lam. 63, 12.
. *laevigata Lam. var. a*
Cardita (Veneric.) planicosta Desh. 63, 10.
Anomia tenuistriata Lam. 63, 2.
Dentalium abbreviatum Desh.
Melanopsis Parkinsoni Desh. 63, 17.
Neritina conoidea Lam. 62, 13.
Solarium bistriatum Desh. 63, 19.
Bifrontia laudunensis Desh. 63, 23.
Turritella imbricataria Lam. var. 62, 20.
Cerithium papale Desh. 63, 27.
. *acutum Desh.* 63, 26.
. *pyreniforme Desh.* 63, 29.
. *breviculum Desh.* 63, 31.
Voluta ambigua Sow. 63, 21.
Terebellum fusiforme Lam. 63, 25.

6. Glaukonitischer Sand und Thon; *glaises et sables glauconieux.* Sie bilden die oberste, höchstens 12 Meter mächtige Etage der Gruppe, welche jedoch nicht überall vorhanden ist, wie denn auch der Thon meist nur stockartige Ablagerungen in den Depressionen des Sandes zu bilden pflegt. Die Gegenden von Soissons, Laon, Compiègne und Noyon lassen diese Schichten am besten beobachten.

II. Gruppe des Grobkalkes. Sie besteht aus Kalkstein, Mergel und Sand, und lässt sich nach d'Archiac in vier Etagen abtheilen, welche sehr wohl charakterisirt und meist leicht zu unterscheiden sind, obgleich die grösste Mächtigkeit der ganzen Gruppe in dem Striche von Mantes nach Laon nur 25 Meter beträgt, während sich dieselbe nach Osten und Westen auskeilt, nach Süden aber nicht über 3 lieues von Paris aufwärts erstrecken dürfte.

1. Unterer oder glaukonitischer Grobkalk; *calcaire grossier inférieur ou glauconie grossière.* Gewöhnlich besteht diese Etage aus einem Gemenge von Quarzkörnern und Glaukonit, welche durch ein kalkiges Cäment locker verbunden sind, und ein förmliches Uebergangsgestein aus dem glaukonitischen Sande der vorhergehenden Gruppe in den eigentlichen Grobkalk bilden; innerhalb dieses lockeren, bald mehr sandigen bald mehr kalkigen Gesteins kommen hier und da knollige Concretionen eines festeren Kalksandsteins oder auch Kalkspathsandsteins vor. Besonders ausgezeichnet findet sich diese Etage bei Laon, Soisson, Noyon, Chaumont, wo sie 5 bis 10 Meter mächtig wird, während sie in der Nähe von Paris auf einige Decimeter redu-

*) Mit dieser Etage beginnt diejenige Schichtenreihe, welche der Nummulitenbildung entspricht.

cirt und unmittelbar dem plastischen Thone aufgelagert ist. Einige der gewöhnlichsten Fossilien sind:

Lunulites radiata Lam. 64, 1. *Turbinolia Gravesi Mich.* 64, 3.
Pygorhynchus Grignonensis Ag. *elliptica Lam.* 64, 4.

2. Mittler Grobkalk; *calcaire grossier moyen.* Gelblichweisse bis gelbe Kalksteine von sehr verschiedener Textur, Härte und sonstiger Beschaffenheit, bisweilen sandig durch Quarzkörner, manche Varietäten ganz erfüllt oder geradezu gebildet von organischen Ueberresten, wie die Nummuliten- und die Miliolitenkalksteine, welche letztere aus kleineren Foraminiferen bestehen. Die mittlere Mächtigkeit dieser Etage beträgt 10 bis 12 Meter, stellenweise steigt sie bis 20 Meter. Ihre unteren Schichten sind ausserordentlich reich an Fossilien, unter denen sich *Nummulites laevigata* auszeichnet, welche nach Norden und zumal in der Gegend von Coucy erstaunlich angehäuft ist; die mittleren Schichten sind besonders durch Steinkerne von *Cerithium giganteum* ausgezeichnet; die oberen Schichten sind ärmer an Fossilien.

Besonders charakteristisch für diese ausserordentlich fossilreiche Etage sind folgende Formen:

Korallen und Bryozoen.

Turbinolia crispa Lam. 64, 5.
. *sulcata Lam.* 64, 6.
Astraea hystrix Defr. 64, 7.
Larvaria articulata Defr.
Hornera hippolithus Defr. 64, 2.

Foraminiferen.

Nummulites laevigata Lam. 64, 8.
Ovulites margaritula Lam. 64, 9.
Orbitolites complanata Lam. 64, 10.
Peneroplis opercularia Orb. 64, 11.
Alveolina Boscii Orb. 64, 12.
Globulina gibba Orb. 64, 13.
Fabularia discolithes Defr. 64, 14.
Orthocerina clavulus Orb. 64, 15.
Spirolina cylindracea Lam. 64, 16.
Valvulina triangularis Orb. 64, 17.
Rotalina trochiformis Orb. 64, 18.
Biloculina bulloides Orb. 64, 19.
Spiroloculina perforata Orb. 64, 20.
Triloculina trigonula Orb. 64, 21.
. *oblonga Orb.* 64, 22.
. *communis Desh.* 64, 23.
Quinqueloculina saxorum Orb. 64, 24.

Echiniden.

Scutellina lenticularis Ag.
. *placentula Ag.*
Cassidulus patellaris Ag.
. *complanatus Lam.*
Pygorhynchus grignonensis Ag.
Echinolampas similis Ag.

Conchiferen.

Teredina personata Lam. 64, 25.
Crassatella ponderosa Nyst 63, 7.
Corbis lamellosa Lam. 62, 3.
Lucina gigantea Desh. 64, 26.
. . . . *concentrica Lam.* 64, 27.
. . . . *mutabilis Lam.* 62, 9.
Cardita planicosta Blainv. 63, 10.
. *imbricata Desh.* 64, 28.
. *angusticostata Desh.* 64, 29.
Cardium hippopaeum Desh.
Pecten plebejus Lam. 64, 30.
Venus texta Lam. 64, 31.
. . . *scobinellata Lam.* 64, 32.
Arca biangula Lam. 64, 33.
. . . *angusta Lam.* 64, 34.
. . . *scapulina Lam.* 64, 35.
Lima bulloides Lam. 64, 36.
Ostrea cymbula Lam. 64, 37.

Gasteropoden.

Dentalium strangulatum Desh. 65, 1.
Melania costellata Lam. 65, 2.
. *lactea Lam.* 65, 3.
. *marginata Lam.*

Solarium patulum Lam. 65, 4.
. *plicatum Lam.* 65, 5.
Bifrontia bifrons Desh. 65, 6.
. *serrata Desh.* 65, 7.
Turritella imbricataria Lam. 62, 20.
. *sulcata Lam.* 65, 8.
. *terebellata Lam.* 65, 9.
Cerithium giganteum Lam.
. *serratum Lam.* 65, 10.
. *lamellosum Brug.* 65, 11.
. *nudum Lam.* 65, 12.
Pleurotoma brevicauda Desh. 65, 16.
. *lineolata Lam.* 65, 17.
. *granulata Lam.* 65, 18.
. *filosa Lam.* 65, 19.
. *undata Lam.* 65, 20.
. *bicatena Lam.* 65, 21.
Fusus Noae Lam. 65, 22.
. . . . *rugosus Lam.*
Murex tricarinatus Lam. 65, 23.
. . . . *tubifer Lam.* 65, 24.
Voluta cythara Lam. 65, 25.
. *costaria Lam.* 65, 26.
. *harpula Lam.* 65, 27.
. *spinosa Lam.*
. *muricina Lam.*
Mitra labratula Lam. 65, 28.
. . . . *terebellum Lam.* 65, 29.
. . . . *elongata Lam.* 65, 30.
Marginella eburnea Lam. 65, 31.
. *ovulata Lam.* 65, 32.
Terebellum convolutum Lam. 62, 25.
Natica epiglottina Lam. 65, 33.
Conus deperditus Lam. 65, 34.
Calyptraea trochiformis Lam. 65, 35.

Anneliden.

Serpula variabilis Defr.
. *cristata Defr.*
Siliquaria lima Defr.
. *echinata Defr.*

3. Oberer Grobkalk oder Cerithienkalk; *calcaire grossier supérieur*. Ein dünnschichtiger, oft sogar plattenförmiger, gelblichweisser bis gelber, bald fester, bald lockerer Kalkstein, welcher vorzugsweise sehr viele Cerithien enthält. Gewöhnlich ist diese Etage nur 2 bis 3, bei Aubigny 5, bei Vauciennes 7 Meter mächtig, und am besten entblöst nördlich von Senlis. Fossilien sind nicht in grosser Anzahl der Geschlechter und Arten, aber in ausserordentlicher Menge der Individuen vorhanden, und die folgenden besonders charakteristisch:

Lucina saxorum Lam.
Cerithium lapidum Lam. 65, 13.
. *echidnoides Lam.* 65, 14.
. . . . *pleurotomoides Lam.* 65, 15.
. *cristatum Lam.*
Cerithium Prevosti Desh.
. *Gravesi Desh.*
. *denticulatum Lam.*
. *contiguum Lam.*
Cyclostoma mumia Lam. 66, 26.

4. Mergel; *marnes*. Diese Etage schliesst sich unmittelbar an den oberen Grobkalk an, unterscheidet sich aber durch ihre Beschaffenheit, indem sie meist weisse, kreideähnliche Mergel, bisweilen auch gelbliche Kalksteine mit braunen Hornstein-Nieren, und theils brackische, theils limnische Fossilien enthält. Sie ist besonders in den Départements der Aisne und der Oise entwickelt, und führt vorzüglich folgende Formen:

Cerithium lapidum Lam. 65, 13.
. *echidnoides Lam.* 65, 14.
. . . . *pleurotomoides Lam.* 65, 15.
Cyclostoma mumia Lam. 66, 26.
Paludina pusilla Desh. 66, 27.

III. Gruppe des mittleren Meeressandes. Diese Gruppe, welche auch oft unter dem Namen *grès de Beauchamp* aufgeführt wird, ist von Epernay (Marne) bis an die Gränze der Departements der Eure

und unteren Seine an vielen Punkten bekannt, und bei la Ferté-sous-Jouarre sowie bei Pavant am schönsten zu beobachten, bei welchem letzteren Orte in der Schlucht von Pisseloup eines der vollständigsten Profile der ganzen Eocänformation vorliegt. Auch bei Château-Thierry und im Thale des Ourcq ist die Gruppe trefflich entblöst*).

Sie besteht wesentlich aus weissem oder doch hellfarbigem Quarzsand, welcher häufig Bänke oder Blöcke von Sandstein umschliesst, mehr oder weniger reich an Fossilien ist, und nach oben gewöhnlich von einigen Kalksteinschichten bedeckt wird. Die Mächtigkeit der ganzen Gruppe ist sehr schwankend, beträgt häufig 20 bis 30 Meter, steigt bei Haramont bis zu 50 Meter und darüber, während sie in der Umgegend von Paris auf 2 bis 14 Meter herabsinkt. Als besonders wichtige Leitfossilien nennt d'Archiac die folgenden Species:

Anthophyllum distortum Mich.
Dendrophyllia cariosa Mich.
Astraea cylindrica Defr.
. *panicea Mich.*
Gemmipora asperrima Mich.
Heliopora deformis Mich.
Madrepora Solandri Defr.
Palmipora Solandri Mich.
Nummulites variolaria Orb. 66, 1.
Corbula angulata Lam. 66, 2.
Cyrena deperdita Desh. 66, 3.
Cytherea elegans Lam. 66, 4.
. *cuneata Desh.* 66, 5.
Venus solida Desh. 66, 6.
Venericardia complanata Desh. 66, 7.
Pectunculus depressus Desh.
Ostrea cucullaris Lam. 66, 8.
. . . . *arenaria Desh.* 66, 9.
Trochus patellatus Desh. 66, 10.
. *monilifer Lam.* 66, 11.
Cerithium pleurotomoides Lam. 66, 12.
. *thiarella Desh.* 66, 13.
. *Hericarti Desh.* 66, 14.
. *mutabile Lam.* 66, 15.
. *Cordieri Desh.* 66, 16.
Fusus subcarinatus Lam. 66, 17.
. . . . *minax Lam.* 66, 18.
Voluta labrella Lam. 66, 19.
Oliva Laumontiana Lam. 66, 20.
Portunus Hericarti Desm.

IV. Gruppe des Süsswasserkalksteins und Gypses. Diese Gruppe nimmt einen Raum ein, welcher ungefähr ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck bildet, dessen Basis sich in ostwestlicher Richtung von Reims (Marne) bis nach Louvier (Eure) 56 lieues weit erstreckt, während seine Spitze 36 lieues weiter südlich bei Château-Landon (Seine et Marne) liegt, so dass der Flächeninhalt des Landsees, in welchem die Schichten der Gruppe gebildet wurden, etwa 1000 Quadrat-lieues beträgt. Die Stadt Paris liegt ziemlich in der Mitte dieses Dreieckes, in dessen östlichem Theile, in den Départements der Marne und Aisne, die ganze

*) Mit dieser Gruppe endigt diejenige Schichtenreihe, welche als das Aequivalent der Nummulitenbildung Südeuropas zu betrachten ist. Während dort auf dem Grunde des Meeres die Flyschbildung zur Entwickelung gelangte, scheint sich im Seinebassin die folgende Gruppe des Süsswasserkalksteins gebildet zu haben.

Gruppe ihre grösste Mächtigkeit von 85 bis 90 Meter erreicht. Obgleich nun die Schichten dieser Gruppe einestheils sehr verschieden, anderntheils aber, auch bei verschiedenem Niveau, einander oft sehr ähnlich, und überhaupt nur durch wenige Arten von organischen Ueberresten ausgezeichnet sind, so lassen sie sich doch nach d'Archiac in fünf Etagen sondern, welche aber keinesweges überall vollständig vorausgesetzt werden dürfen.

1. Mergel und Kalkstein; *marnes et calcaires.* Oft mit grünlichen, weissen oder rothen Mergeln beginnend, besteht diese Etage hauptsächlich aus graulichweissen oder gelblichweissen bis hellgrauen und gelben, weichen, mergeligen, undeutlich geschichteten, bisweilen mit Hornstein- oder Flintnieren erfüllten Kalksteinen, welche 15 bis 16 Meter mächtig über dem Sande der vorigen Gruppe liegen. Im Dép. der Seine und Marne sind es dagegen harte, dichte, gelbe und bisweilen braune, zellige oder tubulose Kalksteine, welche bei Moret und Melun über 40 Meter stark sind. Ueberall aber sind es besonders *Limnaeus longiscatus* (66, 25), *Cyclostoma mumia* (66, 26) und *Paludina pusilla* (66, 27), welche zugleich mit den Früchten von *Chara medicaginula* diese Etage charakterisiren; hier und da kennt man auch Ueberreste von *Palaeotherien* und *Anoplotherien.*

2. Gyps und Gypsmergel; *gypse et marnes gypseuses.* Gelblichweisser bis licht gelber, feinkörniger oder dichter Gyps, bald rein, bald als Gypsmergel ausgebildet erscheint in Lenticularstöcken, welche gewöhnlich 5 bis 8, selten 10 bis 15 Meter Mächtigkeit erlangen, und von Château-Thierry über Meaux und Paris bis nach Versailles und Longjumeau in grosser Anzahl vertheilt sind. In der Mitte des Bassins, und namentlich am Montmartre in Paris, gewinnt der Gyps eine sehr bedeutende Entwickelung; er besteht dort nach unten aus einem Wechsel von Gyps (mit den bekannten linsenförmigen Zwillingskrystallen), von Klebschiefer mit Menilitknollen, und von Kalkmergel; nach oben ist es eine ziemlich reine, fast 20 Meter mächtige Gypsmasse, welche in ihren mittleren Theilen eine sehr auffällige säulenförmige Zerklüftung zeigt. In diesem Gypse kommen die vielen Knochen von *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Paloplotherium*, *Xiphodon*, *Chaeropotamus*, *Dichobune* und anderen ausgestorbenen Säugethieren, von Vögeln, Reptilien und Fischen vor, welche Cuvier in seinem berühmten Werke beschrieben hat. Da übrigens der Gyps nur in einzelnen Stöcken abgelagert ist, so kommt auch häufig die erste Etage mit der folgenden in unmittelbare Berührung.

3. Mergelige Kalksteine und grüne Mergel; *marnes vertes et calcaires marneux.* Ueber dem Gypse liegen gewöhnlich dünnschichtige, oft noch gypshaltige Mergel, welche da, wo der Gyps fehlt, in grünliche oder graue, sehr harte mergelige Kalksteine, oder in weisse compacte Mergel mit Menilitknollen übergehen, und *Limnaeus longiscatus*, *Paludina pusilla*, Charakörner enthalten. Darüber liegen grüne oder blaulichgraue Mergel, welche mit grosser Beständigkeit fast überall in demselben Niveau vorkommen.

4. Kieselkalkstein und Mergel; *calcaire marneux avec silice et marnes.* Graulichweisser, im Bruche matter Kalkstein mit zahlreichen abgeplatteten Nieren von grauem, braunem oder blaulichem, auch gelbem oder

rothem Hornstein und Chalcedon, die oft allmälig in den Kalkstein verfliessen. Darüber liegen weisse, graue oder grünliche Mergel, welche bei Champigny und Coulomniers eine $^{5}/_{4}$ Fuss starke Schicht Magnesit enthalten. *Limnaeus longiscatus* ist in dieser Etage sehr verbreitet.

5. Mühlsteinquarz und Thon; *meulière et argile.* Dufrenoy hat gezeigt, dass der berühmte Mühlsteinquarz von la Ferté-sous-Jouarre als das oberste Glied dieser Gruppe zu betrachten ist. Derselbe bildet grosse, unregelmässige Concretionen und unstetige Bänke innerhalb eines braunen, gelben oder rothen unreinen Thones, und scheint überhaupt nur im nordöstlichen Theile des ganzen Bassins vorzukommen. Bei Château-Thierry beträgt die Mächtigkeit dieser Etage nur 5 Meter.

Mit dieser Süsswasserbildung pflegt man gegenwärtig die eocänen Bildungen des Pariser Bassins zu beschliessen. Weiter aufwärts folgen noch im südlichen Theile des Bassins, zwischen Paris und Château-Landon, Mergel mit Austern und anderen marinen Conchylien, namentlich mit

Ostrea longirostris Lam. 66, 21. *Ostrea callifera Lam.* 66, 23.
. . . . *cyathula Lam.* 66, 22. *Natica crassatina Desh.* 66, 24.

Der diese Mergel dort bedeckende obere Meeressand bildet im nördlichen Theile des Bassins, in dem 35 lieues langen Landstriche von Ronchères bis nach Montjavoult, nur einzelne, conische oder langgestreckte Erhöhungen, erreicht daselbst bis 15 Meter Mächtigkeit, und lässt die Austernmergel nur an einzelnen Punkten unter sich bemerken. Weiter südlich wird er jedoch immer mächtiger, und geht nach oben in den Sandstein von Fontainebleau über, dessen pittoreske, ruinenähnliche Felsen die Umgegend dieser Stadt so wie jene von Nemours, Malesherbes, Milly und anderen Orten auszeichnen. Dieser Sand und Sandstein ist fast ganz frei von Fossilien; nur hier und da enthält er nach unten Schichten, welche *Cerithium plicatum Lam.*, *Cyrena semistriata Desh.*, *Lucina saxorum Lam.* und andere Species umschliessen, die jedoch sämmtlich verschieden von denen des Grobkalkes sind.

Endlich wird dieser Sandstein von Süsswasserkalkstein und von Mühlsteinquarz mit Thon bedeckt, welche die obere Süsswasserbildung constituiren.

§. 440. *Eocänformation im südlichen England.*

Im südlichen England existirt eine sehr vollständige Reihenfolge der Eocänformation, wie besonders aus den neueren Arbeiten von Prestwich und Forbes hervorgeht, durch welche die früheren Ansichten über die eigentliche Gliederung der englischen Tertiärformation und über ihre Parallelisirung mit der nordfranzösischen eine wesentliche Aenderung

erfahren haben*). Wir wollen daher unsere Darstellung in einer diesen neueren Forschungen möglichst entsprechenden Weise zu geben versuchen.

Die Eocänformation Englands ist besonders im Bassin der Themse, also in der Umgegend von London, und im Bassin von Hampshire, hier zumal auf der Insel Wight, zur Ausbildung gelangt. Sie zeigt aber nicht nur in beiden Bassins mancherlei Verschiedenheiten, sondern auch überhaupt eine in petrographischer Hinsicht so abweichende Facies von den Eocänbildungen Nordfrankreichs, dass es den Anschein gewinnt, als sei schon bald nach dem Anfange der Tertiärperiode eine Trennung Englands von Frankreich eingetreten, wenn auch solche damals noch nicht so weit gediehen war, wie sie gegenwärtig in dem breiten Canale zwischen Grossbritannien und dem Continente vorliegt. Beachten wir aber die paläontologischen Verhältnisse, so ergiebt sich, dass, bei allen petrographischen Verschiedenheiten, dennoch diesseits und jenseits des Canals eine ziemliche Gleichförmigkeit in der Gliederung der Eocänformation obwaltet.

Indem wir die verschiedenen Schichtensysteme unter ihren in England gebräuchlichen Namen aufführen, und solche mit denen von d'Archiac aufgestellten Gruppen der nordfranzösischen Tertiärformation vergleichen, erhalten wir nämlich folgende Uebersicht:

in Frankreich.	in England.
I. *Sables inférieurs.*	I. *Thamet-sand*, *Plastic clay*, *Londonclay* und *Bognorbeds.*
II. *Calcaire grossier.*	II. *Bagshotsand*, *Brackleshamsand*, *Bartonclay* u. *Headon-series.*
III. *Grès et sables moyens.*	III. *St. Helens-beds.*
V. *Calcaire lacustre.*	IV. *Bembridge-limestone and marls.*
V. *Grès et sables supérieurs.*	V. *Hempstead-series.*

Eine etwas speciellere Betrachtung dieser englischen Schichtensysteme wird die vorstehende Parallelisirung hinreichend rechtfertigen.

I. Aequivalente der *sables inférieurs.* Diese Gruppe zeigt in England noch die grösste Uebereinstimmung mit den französischen Schichten, indem sie gleich ihnen wesentlich aus Sand und Thon besteht. Nach Prestwich sind in ihr folgende Glieder zu unterscheiden, welche jedoch nicht durchgängig als aequivalent mit denen unter gleichen Nummern aufgeführten Gliedern des unteren Sandes im Seinebassin zu betrachten sind.

*) Prestwich im *Quarterly Journal of the geol. soc. III*, 1847, 354 ff. und 378 ff.; *VI*, 1850, 252 ff.; *VIII*, 235 ff. und Forbes, *ibidem IX*, 259 ff.

1. *Thamet-sand.* In Kent wird die Kreide unmittelbar von einem marinen Sande überlagert, welcher in dem ganzen Raume zwischen Sandwich, Canterbury und den Reculvers verbreitet ist. Am besten sieht man ihn östlich von Herne-Bay; an den Reculvers scheint er 70 bis 80 Fuss stark zu sein; bei Canterbury ist er 80 bis 90, bei Woolwich 60, und unter der Stadt London 30 bis 40 Fuss mächtig; weiter nach Westen keilt er sich allmälig aus.

Es ist ein weisser oder doch hellfarbiger, nach unten etwas thoniger, selten (wie bei Herne-Bay) kalkiger Quarzsand, der in seinen tiefsten Schichten auf 2 bis 6 Fuss Höhe ganz erfüllt mit Glaukonit ist, während er höher aufwärts nur sparsame Körner desselben enthält. Auch Flintgerölle kommen nur sehr einzeln vor; doch liegt unmittelbar über der Kreide überall eine Schicht, welche nur aus ihnen besteht. Im Allgemeinen ist dieser Sand arm an Fossilien; da er nämlich die wasserhaltige Schicht unter dem Londonthone bildet, so sind wohl die meisten Conchylien im Laufe der Zeit aufgelöst und entfernt worden. Am häufigsten findet sich *Cyprina Morrisii Sow.*; ausserdem sind nicht selten:

Cucullaea crassatina Lam.	*Pholadomya cuneata Sow.*
Corbula longirostris Desh.	*Nucula Bowerbankii Sow.*
Cytherea orbicularis Morr.	*Ampullaria subdepressa Morr.*
Leda substriata Morr.	*Nodosaria Wheterellii Jones*
Thracia oblata Sow.	Spuren verkohlter Pflanzen.

Ueberhaupt kennt man bis jetzt 36 Species von Conchylien.

2. *Plastic or mottled clay.* Diese sehr verbreitete Ablagerung ist das Aequivalent des *argile plastique.* Sie erscheint als eine Abwechslung von Thon, Sand und Flintgeröll, hier und da mit Braunkohlen, für welche streng genommen der Name plastischer Thon nicht ganz geeignet ist, und noch eher der Name bunter Thon (*mottled clay*) zulässig sein würde, weil ihre Thone oft bunt gefärbt sind. Wie in Frankreich so erscheinen auch in England *Ostrea bellovacina*, *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata* u. s. w. als Leitfossilien dieser Schichten.

3. *The basement bed of the London-clay.* Nach Prestwich findet sich sehr häufig an der Basis des Londonthones und seiner Aequivalente eine nur 1 bis 5 Fuss mächtige Schicht, welche aus mehr oder weniger eisenschüssigem und glaukonitischem Sande mit Flintgeröllen besteht, oft auch durch ein kalkiges Cäment zu Platten von Sandstein oder Conglomerat verkittet ist, nach unten aber sehr scharf am bunten Thone abschneidet. Diese Grundschicht des Londonthones breitet sich ohne Unterschied über allen den verschiedenen tieferen Schichten aus; sie lässt sich von der Insel Wight bis nach Woolbridge in Suffolk nachweisen, und ist überall mit ähnlichen Eigenschaften vorhanden. Ihr Material stammt offenbar aus den unterliegenden Schichten, aus den Sandschichten des bunten Thones und den grossen Flintgeröllbänken von Woolwich und Bromlay, und ist bei einer Senkung des Meeresbodens gleichmässig ausgebreitet worden. Damals erfolgte wohl auch die Trennung von England und Frankreich. Die Grundschicht enthält stellenweise viele Fossilien, welche mit denen des Londonthones identisch sind; sie eröffnete daher die Bildung desselben, und ist paläontologicch mit ihm zu vereinigen.

4. *Londonclay* und *Bognor-beds.* Die Hauptmasse des Londonthons zeigt in seiner ganzen Ausdehnung eine so entschiedene petrographische Einförmigkeit, dass er schon daran zu erkennen ist. Auf Wight und westlich von London besteht diese sehr mächtige Etage aus braunem oder blaulichgrauem Thon mit eingeschalteten Lagern von Mergelnieren, welche zumal im braunen Thone sehr häufig vorkommen, als Septarien ausgebildet sind und einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefern. Eisenkies und Gypskrystalle gehören zu den gewöhnlichen Accessorien dieses Thones. Auch östlich von London, bei New-Cross, Upnor und Herne-Bay, erscheint die Bildung mit ähnlichen Eigenschaften. Alle Durchschnitte und die vielen artesischen Brunnen lehren, dass der Londonthon eine fast homogene, mehre 100 Fuss mächtige Ablagerung von zähem, vorwaltend braunem Thone bildet; dass er in seiner ganzen Mächtigkeit keine wesentlich verschiedenen untergeordneten Lager enthält, und dass die organischen Ueberreste in ihm sehr ungleich vertheilt, also bald zahlreich, bald sparsam vorhanden sind, bald auch gänzlich vermisst werden.

Dieser Londonthon wurde nun bis zum Jahre 1847 allgemein für das Aequivalent des Pariser Grobkalkes gehalten, was theils in unvollständigen, theils in unrichtigen Vergleichungen der Fossilien sehr verschiedener Schichten und Localitäten seinen Grund hatte. Allein eine genauere von Prestwich durchgeführte Vergleichung lehrte, dass sich unter den 250 Fossilien des eigentlichen Londonthons (im Themsebassin) nur 20 Species des Grobkalkes befinden, welche nicht einmal zu den Leitfossilien des letzteren gerechnet werden können. Auch ist der allgemeine Charakter der Fauna ein verschiedener; denn im Londonthone walten Cephalopoden, phytophage Gasteropoden und dimyare Conchiferen, im Grobkalke dagegen zoophage Gasteropoden und monomyare Conchiferen vor. Der Grobkalk ist ferner reich an Foraminiferen und Korallen, enthält aber keine Reptilien, nur einen Fisch und nur ein paar Pflanzen; der Londonthon dagegen hält fast gar keine Foraminiferen, sehr wenig Korallen, dafür aber 16 Reptilien, 53 Fische und 107 Pflanzen, welche letztere zumal auf der Insel Sheppey ausserordentlich angehäuft sind *). Hieraus folgt denn, dass die bisherige Parallelisirung des Londonthones mit dem Grobkalke unrichtig war, und eine sorgfältige Untersuchung lehrt, dass er nur mit den mittleren und oberen Etagen des *sable inférieur* verglichen werden kann.

Eben so unrichtig war aber auch die Wahl derjenigen Schichten, welche man bisher in Hampshire als die Aequivalente des Londonthones zu betrach-

*) Diese Insel besteht ganz aus Londonthon, welcher an der Nordseite derselben in 200 Fuss hohen Wänden ansteht, die immer nachstürzen, so dass die Insel von Norden her immer kleiner wird, während sie auf der Südseite durch Anschwemmung wächst. Der Thon ist ganz identisch mit dem von Highgate und Regentspark, und wimmelt von Septarien, welche durch die See herausgewaschen werden. Seine Mächtigkeit muss dort über 550 Fuss betragen; denn am Sheerness ist er noch 350 F. tief durchsunken worden. Berühmt ist Sheppey durch die grosse Menge von Pflanzenresten, zumal von Früchten, die meist verkiest sind, und fast alle auf tropische Pflanzenformen verweisen, wie die Untersuchungen von Bowerbank gelehrt haben.

ten pflegte, indem man, verleitet durch petrographische Aehnlichkeiten, den Bartonclay dafür erklärte, welcher aber ein viel höheres Niveau behauptet. Indem Prestwich die so charakteristische tiefste Schicht des Londonthones mit *Ostrea bellovacina* bei Kembridge in Hampshire auffand, gewann er einen sehr bestimmten Horizont, von welchem ausgehend er zu dem Resultate gelangte, dass es dort die sogenannten *Bognor-beds* (dunkelgraue kalkige Sandsteine und sandige Kalksteine) sind, welche als die eigentlichen Repräsentanten des Lonthonthons betrachtet werden müssen.

II. Aequivalente des *calcaire grossier*. Wenn sonach dem Londonthon eine tiefere bathrologische Stellung zukommt, als dem Grobkalke, so mussten andere, über ihm liegende Schichten als die Aequivalente des letzteren aufgesucht werden. Als solche erkannte nun Prestwich einestheils den Bagshot-sand, anderntheils die Schichten von Bracklesham und Barton.

1. *Bracklesham-* und *Barton-beds*. In der Bracklesham-Bay, unweit Chichester in Sussex, liegen Sand- und Thonschichten bis zu 700 Fuss mächtig, welche auch in Hampshire und auf Wight bekannt sind, wo sie von dem Barton-clay bedeckt werden, der dort eine Mächtigkeit von etwa 300 F. erlangt, und bei Christchurch in Hampshire drei Lager von sehr grossen Sphärosiderit-Nieren enthält, die vom Meere zu vielen tausend ausgespült und nach Südwales in die Eisenwerke verschifft werden.

Die Schichten von Bracklesham enthalten nun unter 193 Species nicht weniger als 140, welche mit denen des Grobkalkes identisch und zum Theil als sehr charakteristisch für diesen zu betrachten sind; die Schichten von Barton aber zeigen uns unter 209 Species noch 100 aus dem Pariser Grobkalke. Es kann hiernach gar nicht bezweifelt werden, dass in diesen Gegenden die genannten Schichten als die wahren Aequivalente des Grobkalkes zu betrachten sind.

2. *Bagshot-sand*. In der Gegend von London liegt vielorts über dem Londonthon eine sandige Ablagerung, welche gewöhnlich dürre Sandstrecken bildet, und zuerst von Warburton beschrieben worden ist. Die so fruchtbaren Regionen des Londonthons stechen auffallend ab gegen die Hügel und steilen Sandabhänge dieser Bildung, welche immer unbedeckt ist, und nach Bagshot in Surrey, einem Hauptpunkte ihres Vorkommens, den Namen Bagshotsand erhalten hat. Ihre Mächtigkeit beträgt 400 bis 500 Fuss; in der Hauptsache ist es ein gelber Quarzsand, der nach unten blos Spuren von Pflanzen, nach oben sehr sparsame Conchylien, in der Mitte aber, wo dunkelgrüner Sand nebst Schieferthon und bunten Thonen eine 30 bis 36 Fuss mächtige Einlagerung bildet, stellenweise reich an Conchylien ist, obwohl auch dort bis jetzt nur 16 Species nachgewiesen wurden. Da sich nun aber von diesen Species 11 als identisch mit vorzüglich charakteristischen Species von Bracklesham erweisen, da unter 8 bestimmbaren Species von Fischen 3 entschieden eocän sind, und da der Bagshotsand dem Londonthone concordant aufgelagert ist, so trägt Prestwich kein Bedenken, den Bagshotsand für den Vertreter des Brackleshamsandes und für ein Aequivalent des unteren Grobkalkes zu erklären.

3. *Headonhill-sand.* Wenden wir uns nochmals auf die Insel Wight, so finden wir, dass dort die Barton-beds von bedeutenden Sandschichten bedeckt werden, welche an der Westküste, am Fusse des Headonhill eben so wie an der Ostküste in der White-cliff-Bay zu beobachten, 100 bis 200 F. mächtig sind, und in der letzteren Gegend Abdrücke von Conchylien enthalten, welche mit denen der Bartonschichten identisch sein dürften.

4. *Headon-series.* Ueber diesem Headonhillsand liegt nun eine 180 Fuss starke Schichtenreihe, welche, wie Prestwich gezeigt hat, der obersten, durch Mergel und durch Süsswasser- oder Brackwasser-Conchylien ausgezeichneten Etage des Grobkalkes (Nr. 4 auf S. 1048) entspricht. Sie besteht nämlich vorwaltend aus Schichten von Süsswasserkalkstein und Sandstein mit *Cyrena obovata*, *Potamides margaritaceus*, *Melania muricata* u. a. Conchylien; doch enthält sie ungefähr in ihrer Mitte ein Schichtensystem von mehr marinem Charakter mit *Cytherea incrassata, Nucula deltoidea* u. a.

III. Aequivalente der *grès et sables moyens.* Als solche betrachtet Edward Forbes die auf Wight über den zuletzt aufgeführten Süsswasserschichten folgende Etage, welche er unter dem Namen St. Helens-beds einführt.

Sie besteht, bei etwa 100 Fuss Mächtigkeit, aus Mergel und Schieferthon, aus Sand und Sandstein, welcher letztere zum Theil einen trefflichen Baustein liefert, hat aber keinen marinen, sondern einen limnischen oder brackischen Charakter, wie die in ihr vorkommenden Ueberreste von *Chara Lyelli*, von *Paludina*, *Melania*, *Melanopsis*, *Cypris* u. a. beweisen.

IV. Aequivalente des *calcaire lacustre.* Sie sind auf Wight recht vollständig vorhanden, und werden nach Forbes durch diejenigen Schichten repräsentirt, welche er Bembridge-Kalk und Bembridge-Mergel nennt.

Der Bembridge-Kalkstein, welcher unmittelbar auf den St.Helensschichten liegt, und unter anderen den Gipfel des Headonhill bildet, ist etwa 30 Fuss, die über ihm folgenden weissen und grünen Mergel und Thone aber sind bis 80 Fuss mächtig, erlangen auf Wight eine grosse Verbreitung und bilden den Untergrund des grössten Theiles der Nordhälfte der Insel. Sie haben theils einen limnischen, theils einen brackischen Charakter. *Cyrena semistriata* ist eine durch die ganze Reihe hindurchgehende Muschel; sehr verbreitet sind auch *Paludina lenta*, *Melania muricata* und *Melanopsis carinata*, so wie nach unten *Bulimus ellipticus*, *Cyclostoma mumia* und *Limnaeus longiscatus*, nach oben *Melania turritissima*.

Besonders interessant ist es aber, dass bei Binstead unweit Ryde in dem Kalkstein dieser Gruppe durch Pratt und Fox Ueberreste derselben vorweltlichen Säugethiere aufgefunden worden sind, welche den Gyps des Seinebassins auszeichnen; als: *Palaeotherium magnum*, *P. medium*, *P. minus*, *P. minimum*, *P. curtum*, *P. crassum*, *Anoplotherium commune*, *A. secundarium*, *Dichobune cervinum* und *Chaeropotamus Cuvieri*. Auch im Hordwell-Cliff an der Küste von Hampshire sind einige von diesen Säugthier-Resten zugleich mit anderen von *Paloplotherium*, *Hyaenodon*, *Trionyx*, Schlangen, Krokodil

und Alligator vorgekommen. Durch alle diese Fossilien wird die Parallelisirung der Bembridge-Schichten mit der Gruppe des *calcaire lacustre* vollkommen gerechtfertigt.

V. Aequivalente der *grès et sables supérieurs*. Sie sind bis jetzt nur bei Yarmouth auf Wight nachgewiesen worden, wo über den Bembridge-Mergeln im Hempsteadhill ein mindestens 170 Fuss mächtiges Schichtensystem aufragt, welches von Forbes als *Hempstead-series* aufgeführt wird.

Dasselbe wird in allen Höhen durch *Cyrena semistriata*, *Melania fasciata* und *Rissoa Chastelii* charakterisirt. Im Besonderen aber unterscheidet Forbes folgende vier Etagen:

1. Limnische und brackische Mergel mit *Melania muricata* u. a. Fossilien;
2. Aehnliche Gesteine, reich an *Melania fasciata* und *Paludina lenta*;
3. Mergel und kohlige Thone, mit *Cerithium plicatum*, *C. elegans*, *C. tricinctum*, *Paludina lenta*, *Limnaeus*, *Planorbis*, *Unio*;
4. Sand und Thon, mit *Corbula pisum*, *Cerithium subcostellatum* u. s. w.

Wenn wir nun sehen, dass die bisher geschilderten Etagen, vom *plastic-clay* bis zu der *Hempstead-series*, auf Wight durchaus in concordanter Lagerung auf einander folgen, und dass je zwei auf einander folgende Etagen durch gewisse, ihnen gemeinschaftliche Species auch paläontologisch verknüpft sind, so scheint die Ansicht wohl einigermaassen gerechtfertigt, diesen ganzen Schichtencomplex als eocän zu betrachten, und innerhalb desselben nur untere, mittlere und obere Eocänbildungen zu unterscheiden. Da jedoch auf der anderen Seite manche Gründe dafür sprechen, die Gruppe V von den eocänen Bildungen zu trennen, und sie bereits den neogenen Bildungen zuzurechnen, so würden die interessanten Entdeckungen von Forbes nur einen neuen Beweis dafür liefern, dass die Natur keinen Sprung macht, und dass, bei concordanter Aufeinanderfolge, selbst an der Gränze der eocänen und neogenen Bildungen noch gewisse Uebergänge einen stetigen Entwickelungsgang beurkunden.

Anhang. Obgleich wir uns mit den belgischen Tertiärformationen nicht speciell beschäftigen können, so müssen wir doch das in neuerer Zeit aufgestellte Gliederungsschema derselben mittheilen, weil auf solches bei Betrachtung anderer Tertiärformationen sehr häufig Rücksicht genommen wird; wobei freilich zu wünschen ist, dass man nicht, geblendet durch die grosse Vollständigkeit der Reihenfolge, demselben Fehler verfallen möge, der früher in Betreff des Pariser Bassins begangen wurde; dem Fehler nämlich, in der belgischen Tertiärformation einen allgemeingiltigen Normaltypus finden zu wollen, nach welchem alle übrigen Tertiärformationen gemodelt seien.

Wir geben dieses Gliederungsschema unter Beifügung der aequivalenten nordfranzösischen und englischen Gruppen.

Man unterscheidet nämlich jetzt in Belgien folgende 11 Schichtensysteme, welche nach gewissen Localitäten ihres Vorkommens benannt worden sind, und von unten nach oben die nachstehende Reihe bilden.

Nordfrankreich.	Belgien.	England.
	1. *Système héersien*; ob tertiär?	
	2*a*. *S. landenien inférieur*; ob tertiär?	
Sables inférieurs	2*b*. *S. landenien supérieur*; plast. Thon und Sand mit Lignit.	***Thamet-sand*, *plastic-clay*, *London-clay*, *Bognor-beds*.**
	3*a*. *S. ypresien inférieur*; Thon ohne Fossilien.	
	3*b*. *S. ypresien supérieur*; untere Nummulitenschichten.	
Calcaire grossier	4. *S. paniselien*; untere Nummulitenschichten.	***Bagshotsand*, *Bracklesham-beds*, *Barton-clay*, *Headon-series*.**
	5. *S. bruxellien*; mittlere Nummulitenschichten.	
Grès et sables moyens	6. *S. laekenien*; oberere Nummulitenschichten.	***St. Helens-beds*.**
Calcaire lacustre	7*a*. *S. tongrien inférieur*; untere Schichten von Limburg.	***Bembridge-series*.**
Grès et sables supérieurs	7*b*. *S. tongrien supérieur*; mittlere Schichten von Limburg.	***Hempstead-series*.**
	8. *S. rupelien*; obere Schichten von Limburg, oder Rüpelmonder Schichten.	
	9. *S. bolderien*; Holderberger Sand bei Hasselt.	
	10. *S. diestien*; Sand von Diest.	
	11. *S. scaldesien*; Antwerpener Muschelsand.	

Das *S. bolderien* entspricht den Falüns der Touraine, so wie den Schichten von Dax und Bordeaux, während die beiden folgenden Systeme ihre Aequivalente in der Subapenninen-Formation finden.

Zweites Capitel.

§. 441. *Tertiärformation des Bassins von Wien.*

Wir verlassen das Gebiet der eocänen Tertiärformationen und wenden uns zur Betrachtung einiger miocänen oder älteren neogenen Bildungen, wozu wir die beiden Bassins von Wien und von Mainz auswählen, weil solche unter den teutschen Territorien dieser Art am

genauesten erforscht und daher ganz vorzüglich geeignet sind, als Beispiele aufgeführt und geschildert zu werden.

Die Wiener Tertiärformation dehnt sich über einen bedeutenden Flächenraum aus, indem sie zunächst das zwischen dem böhmisch-mährischen Gebirge, den Karpathen und den nordöstlichen Alpen liegende Wiener Bassin erfüllt, welches sich in nordsüdlicher Richtung von Olmütz bis nach Oedenburg, in ostwestlicher Richtung von Theben bis nach Melk erstreckt, und durch die Donau in zwei Hälften von sehr ungleicher Ausdehnung getheilt wird. Für den grösseren, nördlichen Theil ist die March der Hauptfluss, daher man ihn das Marchbecken nennen könnte; der kleinere südliche Theil besteht aus den beiden Buchten von Wien und von St. Pölten.

Eigentlich ist aber dieses ganze Wiener Bassin nur als eine Bucht des weit grösseren ungarischen Bassins zu betrachten, mit welchem es bei Oedenburg so wie zwischen dem Leithagebirge und Haimburg unmittelbar zusammenhängt. Nach Westen aber steht es in der Gegend von Melk mit dem oberen Donaubecken in Zusammenhang. Uebrigens ist es wohl kaum mehr zu bezweifeln, dass die mächtige, dem Zuge der Karpathen folgende, und durch ihren Reichthum an Steinsalz ausgezeichnete Tertiärbildung Galiziens hauptsächlich derselben Formation angehört, welche in dem Wiener Bassin niedergelegt ist.

In diesem Bassin zeigt nun die Formation, wenn wir, wie solches naturgemäss ist, die Schichtenreihe von unten nach oben durchgehen, etwa folgende Gliederung:

1) Untere Sand- und Braunkohlenbildung,

2) Unterer Tegel, eine mächtige Thonbildung,

3) Obere Sand- und Braunkohlenbildung,

4) Obere brackische Tegelbildung, und

5) Leithakalk, welcher jedoch nicht als die jüngste, sondern vielmehr als eine den übrigen Gliedern parallele Bildung zu betrachten ist*).

1. Eine Ablagerung von klastischen Gesteinen, von Geröll und Sand, dürfte nach Partsch, als die eigentliche wasserführende Etage, die ganze Tertiärformation eröffnen; sie gewinnt noch ausserdem eine technische Wichtigkeit durch das Vorkommen sehr schöner Kohlen.

Am Leithagebirge und Rosaliengebirge, da sind mehrorts (wie z. B. bei Schleinz, Schauerleiten, Sebenstein, Klingenfurth, bei Rohrbach in Ungarn) diese tiefsten Schichten durch spätere Hebungen in geneigter Stellung zu Tage

*) Bei der Beschreibung dieser Schichten wurden, ausser einigen brieflichen Mittheilungen meines Freundes Hörnes, ganz vorzüglich die Erläuterungen zur geognostischen Karte der Umgebungen Wiens von Czizek benutzt.

heraufgedrängt worden. Sie liegen unmittelbar auf Gneiss oder Glimmerschiefer und enthalten Flötze einer schwarzen, im Bruche muscheligen und glänzenden Braunkohle, welche bei Schauerleiten 6, bei Klingenfurth 7 bis 8, ja in Brennberg bei Oedenburg sogar 60 bis 120 Fuss mächtig sind, und oft von bituminösen Schiefern begleitet werden. Zu dieser kohlenführenden Etage gehören auch die Kohlen von Gloggnitz, die mächtigen Flötze von Leoben, Bruck und Judenburg in Steiermark, so wie jene von Komorn und Gran in Ungarn.

2. Die zweite, in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit nachgewiesene Etage wird von dem sogenannten Tegel gebildet, einem plastischen Thone von blaulich- oder grünlichgrauer Farbe, welcher stets feine Glimmerschuppen und etwas Quarzsand, auch ein wenig kohlensauren Kalk enthält, und daher mit Säuren braust. Nur in den oberen Schichten erscheint er als Schieferthon, weiter abwärts verliert er diese Beschaffenheit, wechselt aber mit Schichten von Quarzsand, zuweilen auch mit Geröllschichten. Er erlangt eine Mächtigkeit von mehren hundert Fuss, ist in hydroökonomischer Hinsicht sehr wichtig, indem er die Anlage von artesischen Brunnen begünstigt, und enthält an manchen Punkten, wie bei Baden, Möllersdorf, Vöslau u. a. O., zahlreiche und sehr wohl erhaltene Fossilien. Auch Gypskrystalle sind nicht selten.

Die grosse Mächtigkeit des Tegels ergiebt sich daraus, dass die beiden tiefsten Bohrbrunnen Wiens, am Getraidemarkte und am Gloggnitzer Bahnhofe, von denen jener 581 und dieser 651 F. Tiefe erreicht, denselben noch nicht durchsunken haben. Uebrigens ist er nicht immer horizontal gelagert, vielmehr erscheint er stellenweise, wie bei Leopoldsdorf und Moosbrunn, mit einer so steilen Neigung, dass man partielle Hebungen oder Senkungen annehmen muss. Dasselbe ist auch am Leithagebirge und am Rosaliengebirge der Fall, wie er denn überhaupt gegen die Ränder des Bassins etwas höher ansteigt, und gegen die Mitte desselben eine Mulde bildet.

Eine sichere Gliederung der Tegelschichten, deren gesammte Mächtigkeit man noch nicht einmal kennt, ist schwer zu entwerfen, weil die Ablagerung nur an wenigen Punkten sichtbar und deutlich ist, weil viele Schichten gar keine Fossilien führen, und auch sonst keine bestimmten Merkmale an sich tragen. Desungeachtet lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass jene Schichten, welche den Tegel von Baden, Vöslau und Möllersdorf charakterisiren, und ausser vielen Conchylien auch zahlreiche Foraminiferen enthalten, mit zu den tiefsten Schichten der ganzen Bildung gehören.

3. Als dritte Etage tritt eine mächtige Sandablagerung auf, welche ursprünglich wohl überall den Tegel bedeckt haben mag, mit dem sie auch sehr innig und zumal nach unten durch häufige Wechsellagerung verbunden ist. Das Gestein ist meist ein feiner, wenig scharfkörniger, mit einigen Glimmerschuppen gemengter Quarzsand von gelblichweisser oder hellgrauer, selten von gelber Farbe. Auch kommen Schichten von gelbem Sande so

wie von Quarzgeröllen vor, welche letztere sich von dem Schotter, oder dem quartärem Diluvialgeröll der Gegend, durch eine tief eingedrungene gelbliche Färbung unterscheiden.

Diese Etage ist oft sehr reich an Fossilien, was insbesondere auch von den dünnen Tegelschichten gilt, welche an ihrer Basis mit dem Sande abwechseln; dahin gehören die reichen Fundgruben von Gainfahren, Enzesfeld, Steinabrunn u. a. O.

Untergeordnet erscheinen ganz oben in diesem Sande Einlagerungen von kalkigem Sandstein und von Cerithienkalk, deren einzelne Schichten nur selten über zwei Fuss mächtig sind, aber einen trefflichen Baustein liefern, daher sie an der Türkenschanze, bei Atzgersdorf, Hetzendorf, Mödling u. a. O. viel gebrochen werden.

Auch fallen wohl mit den jüngeren Schichten dieser Etage Ablagerungen von Braunkohle zusammen, welche sich durch die meist holzige Textur ihrer Kohle von den vorerwähnten älteren Braunkohlen unterscheiden. Diese Lignite bilden Flötze oder Stöcke von 4 bis 5 Klaftern Mächtigkeit, werden im Hangenden oft von Gyps begleitet, und ausserdem von gelblichem Tegel und von Sand überlagert.

4. Zuletzt folgt als eine mit dem Sande mehr oder weniger innig verknüpfte Bildung der obere, brackische Tegel, welcher besonders durch Congerien und andere Brackwasser-Conchylien, so wie durch Ueberreste von Säugthieren ausgezeichnet, und bei Brunn, Inzersdorf u. a. O. bekannt ist.

5. Leithakalk. Diese interessante Etage ist gewissermaassen als eine den vorher aufgeführten drei Etagen parallele Bildung, als eine rein marine Facies derselben zu betrachten, welche unweit der Küsten des ehemaligen Meeres nach Art der Korallenbänke entstanden zu sein scheint. In ihrer Nähe und in ihr selbst kommen die Fossilien am häufigsten vor; ja sie besteht fast ausschliesslich aus Korallen- und Conchylienschutt, und erscheint als ein bald lockerer, bald fester und poröser Kalkstein, in welchem namentlich Nulliporen, Bryozoen und Stammkorallen sehr vorwalten; (daher auch der Name Nulliporenkalk). Zwischen dem Kalkstein kommen auch zuweilen thonige Schichten vor, welche ganz ausserordentlich reich an Fossilien und zumal an Foraminiferen sind.

Dieser Kalkstein wird in den Umgebungen des Leithagebirges, so wie bei Nussdorf, zwischen Mödling und Perchtolsdorf, zwischen Baden und Vöslau in vielen Steinbrüchen gewonnen; frisch gebrochen ist er mürbe, lässt sich daher leicht bearbeiten und in Stücke zersägen, während er allmälig hart und spröd wird. — Besonders interessant wird er durch seine organischen Ueberreste; in den unteren Schichten finden sich dieselben Species, wie bei Gainfahren und Steinabrunn; in den oberen Schichten kommen auch Säugthierknochen vor, gerade so wie im oberen Tegel oder in den Sandablagerungen

von Belvedere. Die petrefactenreichsten Localitäten anderer Schichten scheinen überhaupt in einer nahen Beziehung zu dem Leithakalke zu stehen.

Anmerkung. Da es höchst wahrscheinlich ist, dass die grosse karpathische Steinsalzbildung derselben miocänen oder neogenen Formation angehört, wie die Schichten des Wiener Bassins, so müssen wir doch noch einige Bemerkungen über sie einschalten.

Der grosse Reichthum an Steinsalz und an Soolquellen zu beiden Seiten der Karpathen ist schon lange bekannt. Am südlichen Abfall kennt man das Steinsalz zu Soovar bei Eperies, und in noch weit bedeutenderen Massen im Marmaroscher Comitate, von Huszt bis fast nach Borso, besonders bei Rhonaszek und Sygatag. Am nördlichen Abfalle liegen zuvörderst bei Wieliczka und Bochnia fast unerschöpfliche Stöcke von Steinsalz. Von Bochnia südöstlich bis zum San ist zwar die salzführende Formation vorhanden, aber eigentliche Steinsalzlager sind noch nicht bekannt. Dagegen beginnt mit Tyrawa-Solna unterhalb Sanok der lange Salzquellenzug von Ost-Galizien, der von dort an ohne Unterbrechung bis in die Bukowina fortsetzt. In Ost-Galizien ist bei Stebnik das Steinsalz in einer Mächtigkeit von weit über 400 Fuss durchbohrt worden; in Siebenbürgen wird an sechs Orten Steinsalz gewonnen, und ausserdem stehen in Ost-Galizien und in der Bukowina 26 Salinen auf Soolquellen in Betrieb, deren Soolschächte oft bis auf das Steinsalz hinabreichen. Förmliche Berge von Steinsalz finden sich nach Fichtel in Siebenbürgen bei Szovata und Parayd; an ersterem Orte ziehen sich die Salzberge über eine Meile weit fort, sind aber meist dicht bewaldet, so dass man nur an den steilen, z. Th. 200 Fuss hohen, schneeweissen Abstürzen ihre wahre Natur erkennt; bei Parayd ist ein Thal im Steinsalze ausgewaschen. Bei Beretz läuft ein Bach auf lange Strecken im Steinsalze fort, welches an beiden Ufern mehre Klafter hohe Wände bildet, und von Sandstein bedeckt wird. Aehnliche Erscheinungen kennt man in anderen Thälern von Siebenbürgen. Ja, zwischen diesem Lande und der Moldau lässt sich nach Fichtel, auf eine Strecke von mehr als 20 Stunden, das Steinsalz Schritt vor Schritt als das Unterlager des Gebirges verfolgen. Auch die Moldau und Wallachei sind erstaunlich reich daran.

Diese wahrhaft colossale Steinsalzformation besteht, wie fast alle derartige Bildungen, wesentlich aus Salzthon, Gyps, Mergel und Steinsalz, welche von Sandsteinen, Schieferthonen und anderen Gesteinen begleitet und umschlossen werden, zu denen auch die bekannten Schwefellager von Swoszowice gehören. Dass sie eine sedimentäre Formation sei, diess kann wohl Niemand bezweifeln; dass sie aber zu den tertiären Formationen gehöre, diess ist schon von Beudant, Keferstein, Lill und Boué geltend gemacht worden; dass sie endlich den miocänen oder älteren neogenen Tertiärbildungen zugerechnet werden müsse, diess wurde zuerst von Murchison, Verneuil und Keyserling behauptet (*The Geology of Russia*, p. 291 f.), und ist in neuerer Zeit insbesondere durch die Untersuchungen von Reuss wohl zur Gewissheit erhoben worden. Im Steinsalze von Wieliczka fand Philippi Foraminiferen und Conchylien; in dem von Bochnia sind Braunkohlenstücke, Coniferenzapfen und Nüsse sowie Zähne von *Carcharodon megalodon* gefunden

worden; Hauch, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, II, S. 33 und 37. Bei Korinitza an der Nida fanden Murchison und seine Begleiter in dem kalkigen Sande und Sandsteine 33 Species von Conchylien, die alle auch bei Wien oder Bordeaux vorkommen. Die schöne schlanke Koralle *Cyathina salinaria* ist nach Russegger nicht nur im Salzthone, sondern auch im festen Steinsalze vorgekommen; 16 andere Korallen-Species von Wieliczka sind nach Reuss identisch mit denen aus dem Leithakalke; derselbe treffliche Forscher bemerkt, dass von den 29 Species Ostrakoden von Wieliczka 11 auch im Leithakalke, 2 im Tegel, und 7 in beiden gemeinschaftlich bekannt sind; von Foraminiferen kennt man bereits 120, und von Conchylien 40 Species. Aus allen diesen Thatsachen folgert Reuss, dass die Formation von Wieliczka dem Leithakalke (also der Wiener Formation) und der Subapenninenformation entspreche. Naturw. Abhandl. herausgegeben von Haidinger, Bd. III, 1850, S. 44 ff. — Wie die karpathische, so ist auch die Gyps- und Steinsalz-Formation von Volterra in Toskana entschieden tertiär, wenn auch die Ansichten darüber noch getheilt sind, ob sie eocän oder neogen sei.

Was die organischen Ueberreste des Wiener Bassins betrifft, so kennt man deren bereits von mehr als tausend Species. Darunter befinden sich 197 Korallen und Bryozoen, 251 Foraminiferen, 8 Echinodermen, 90 Entomostraceen, 136 Conchiferen, 306 Gasteropoden, 65 Fische und 23 Säugethiere, so wie ein paar Cirripeden, Brachiopoden, Pteropoden und Reptilien. Viele derselben sind auch in der Subapenninen-Formation bekannt, woraus sich die nahe Beziehung der miocänen und pliocänen Bildungen ergiebt.

Auf den Tafeln LXVII bis LXX unseres Atlas sind 116 Species aus der Wiener Miocänformation abgebildet, welche zu den besonders charakteristischen Formen gehören, obgleich eine bedeutende Anzahl derselben auch in der pliocänen Subapenninenformation vorkommt, zwischen welcher und der Wiener Formation eine scharfe Gränze gar nicht zu bestehen scheint*). Die abgebildeten Formen sind folgende**).

*) Wie auch Michelotti, ganz in Uebereinstimmung mit Bronn, Hörnes, Sismonda, Reuss und Sandberger zu dem Resultate gelangt ist, dass die miocäne Fauna ganz allmälig in die pliocäne Fauna übergeht. *Descr. des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale, p.* 376.

**) In Betreff dieser Bilder kann ich es nicht dankbar genug rühmen, welche freundliche Unterstützung mir dabei von Wien aus geworden ist, indem mir durch die Güte der Herren Partsch und Hörnes für die Conchiferen und Gastropoden treffliche Originalzeichnungen zur Benutzung mitgetheilt wurden. Eben so bin ich meinem Freunde Reuss verpflichtet, dass er mir die Namen der am häufigsten vorkommenden Foraminiferen, Bryozoen und Korallen angab. Die Fossilien des Wiener Bassins sind übrigens schon sehr gründlich in Arbeit genommen worden. Die Flora schilderte C. v. Ettingshausen (Wien 1851); über die Anthozoen und Bryozoen gab Reuss im II., und über die Entomostraceen Derselbe im III. Bande der von Haidinger herausgegebenen Naturwissenschaftlichen Abhandlungen eine

Korallen; man kennt 32 Species, davon die wichtigsten:
Turbinolia duodecimcostata Goldf. 67, 1; = *Ceratotrochus duod. Edw.*
Flabellum cuneatum Edw. 67, 2; = *Turbinolia cun. Goldf.*
Astraea Reussiana Edw. 67, 3; = *Explanaria astroites Reuss.*
Cladocora caespitosa Ehr. 67, 4.
. *conferta Reuss* 67, 5.
Porites Collegniana Mich. 67, 6; bei *a* eine Zelle vergrössert.

Bryozoen; Reuss hat bereits 165 Species beschrieben.
Pustulopora anomala Reuss 67, 7, zwei Varietäten, vergrössert.
Idmonea pertusa Reuss 67, 8, vergrössert.
Hornera hippolithus Defr. 67, 9, *a* nat. Grösse, *b* und *c* vergrössert von beiden Seiten.
Retepora cellulosa Lam. 67, 10; bei *a* und *b* vergrössert von beiden Seiten.
Vincularia marginata Goldf. 67, 11; *a* und *b* nat. Grösse, *c* ein Fragment vergrössert.
Crisia Edwardsii Reuss 67, 12; vergrössert.
Eschara undulata Reuss 67, 13, stark vergrössert, bei *a* nat. Grösse.
Cellepora globularis Bronn 67, 14, *a* nat. Gr. und vergrössert; *b* anderes Exemplar vergrössert.
. *tetragona Reuss* 67, 15, stark vergrössert, *a* nat. Gr.
. *scripta Reuss* 67, 16, stark vergrössert, *a* nat. Gr.

Foraminiferen; Orbigny beschrieb in seinem bekannten Werke 228 Species; dazu kommen noch 25 neue, von Czizek beschriebene Species; als die häufigsten sind etwa die folgenden zu betrachten, deren Bilder alle stark vergrössert sind.

Orbulina universa Orb. 67, 17.
Glandulina laevigata Orb. 67, 18.
Nodosaria hispida Orb. 67, 19.
Dentalina elegans Orb. 67, 20.
. *Adolphina Orb.* 67, 21.
Cristellaria cassis Lam. 67, 22.
Robulina calcar Orb. 67, 23.
Nonionina Soldanii Orb. 67, 24.
Polystomella crispa Lam. 67, 25.
Rotalina Partschiana Orb. 67, 26.[1]
Globigerina bulloides Orb. 67, 27.
Bulimina Buchiana Orb. 67, 28.
Uvigerina pygmaea Orb. 67, 29.
Clavulina communis Orb. 67, 30.

vollständige Monographie; die Foraminiferen beschrieb Alcide d'Orbigny in einem besonderen Werke (*Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne, Paris* 1846), und Czizek einen Theil derselben im II. Bande der erwähnten Abhandlungen; über die Mollusken aber erscheint das herrliche Werk von Hörnes, welches bereits in 6 Lieferungen vorliegt.

Amphistegina Hauerina Orb. 67, 31.
Textularia carinata Orb. 67, 32.
Biloculina simplex Orb. 67, 33.
Triloculina austriaca Orb. 67, 34.
Quinqueloculina Meyeriana Orb. 67, 35.

Entomostraceen; Reuss hat 37 Cytherinen und 53 Cypridinen nachgewiesen; ein paar der gewöhnlichsten sind:
Cytherina obesa Reuss 67, 36.
. *seminulum Reuss* 67, 37.
Cypridina punctata Reuss 67, 38.
. *Haueri Röm.* 67, 39.

Conchiferen; von den bekannten 136 Species führen wir auf:
Ostrea lamellosa Brocc. 68, 1, wird grösser.
Spondylus crassicosta Lam. 68, 2, wird noch einmal so gross.
Pectunculus pulvinatus Brong. 68, 3, wird auch grösser.
Arca diluvii Lam. 68, 4.
Congeria triangularis Partsch 68, 5; = *Cong. ungula capri.*
. *subglobosa Partsch* 68, 6, wird grösser.
Cardium Deshayesii Payr. 68, 7.
Venericardia Jouanetti Bast. 68, 8, wird grösser.
. *Partschii Goldf.* 68, 9.
Cytherea rugosa Bronn 68, 10, wird grösser.
Venus dissita Eichw. 68, 11.
. . . . *Brocchii Desh.* 68, 12, wird grösser.
Psammobia Labordei Bast. 68, 13, verkleinert.
Lucina divaricata Lam. 68, 14.
. . . . *columbella Lam.* 68, 15.
Corbula nucleus Lam. 68, 16.
. *revoluta Brocc.* 68, 17.
Crassatella dissita Eichw. 68, 18.
Mactra triangula Brocc. 68, 19.

Gastropoden; über 300 Arten bekannt.
Dentalium elephantinum Brocc. 69, 1.
. *Bouei Desh.* 69, 2.
Bulla lignaria Defr. 69, 3.
. . . *cylindroides Desh.* 69, 4, nat. Grösse und vergr.
Bullina spirata Brocc. 69, 5.
Melanopsis Martiniana Fer. 69, 6.
. *Dufourii Fer.* 69, 7.
Vermetus intortus Bronn 69, 8.
. *gigas Biv.* 69, 9.
Trochus patulus Bast. 69, 10.
Turbo rugosus Lin. 69, 11.
Natica millepunctata Lam. 69, 12.
. . . . *compressa Bast.* 69, 13.

Rissoa cochlearella Bast. 69, 14.
Turritella Archimedis Brong. 69, 15.
. *Brocchii Bronn* 69, 16.
. *terebralis Lam.* 69, 17, wird grösser.
. *Riepelii Partsch* 69, 18.
Cerithium inconstans Bast. 69, 19, ist Varietät von *C. pictum.*
. *minutum Serres* 69, 20.
. *Bronnii Partsch* 69, 21.
. *pictum Bast.* 69, 22.
. *Grateloupii Hörn.* 69, 23.
. *lignitarum Eichw.* 69, 24.
Pleurotoma granulatocincta Münst. 70, 1.
. *cataphracta Bast.* 70, 2.
. *pustulata Bronn* 70, 3.
. *brevirostrum Sow.* 70, 4.
Cancellaria varicosa Defr. 70, 5.
. *buccinula Lam.* 70, 6, = *evulsa Sow.*
Fusus bilineatus Partsch 70, 7.
. . . . *corneus Brocc.* 70, 8.
. . . . *clavatus Brocc.* 70, 9, wird grösser.
. . . . *Hössii Partsch* 70, 10, desgleichen.
. . . . *Stützii Partsch* 70, 11, desgleichen.
Fasciolaria fimbriata Brocc. 70, 12.
Rostellaria pes pelecani Lam. 70, 13.
Pyrula rusticula Bast. 70, 14, wird grösser.
Murex sublavatus Bast. 70, 15.
Cassis texta Bronn 70, 16, wird grösser.
Buccinum ventricosum Grat. 70, 17.
. *semistriatum Brocc.* 70, 18.
. *reticulatum Brocc.* 70, 19.
. *baccatum Bast.* 70, 20.
Purpura exilis Partsch 70, 21.
Terebra fuscata Bronn 70, 22.
Voluta rarispina Lam. 70, 23, wird grösser.
Mitra cupressina Defr. 70, 24.
. . . . *scrobiculata Defr.* 70, 25.
Ringicula buccinea Desh. 70, 26.
Cypraea pirum Gmel. 70, 27.
. *europaea Montf.* 70, 28.
Ancillaria glandiformis Lam. 70, 29; dieselbe in einer etwas mehr aufgeblähten Varietät (*A. inflata*), Fig. 30.
Oliva Dufresnei Bast. 70, 31.
Conus fuscocingulatus Bronn 70, 32, wird grösser.
. . . *ventricosus Bronn* 70, 33, desgleichen.
. . . *Dujardini Desh.* 70, 34, eben so.

Diese Bilder mögen hinreichen, um den Typus der neogenen Formationen einigermaassen zu veranschaulichen.

Von Fischen kennt mann bereits 65 Species, unter denen sich auch *Lamna cuspidata Ag.* und *L. contortidens* befinden.

Unter den 23 Species von Säugthieren sind besonders *Dinotherium giganteum*, *Hippotherium gracile* und *Hallianassa Collinii* zu erwähnen, deren Ueberreste auch im Bassin von Mainz vorkommen.

Ausser der Wiener Formation werden in Europa noch besonders folgende tertiäre Territorien als miocän betrachtet.

Die Gruppen im nördlichen Frankreich, welche als *grès et sables supérieurs* und *calcaire lacustre supérieur* aufgeführt werden (S. 1043 u. 1051). Die Faluns der Touraine, in den Loire-Gegenden um Tours, Schichten von Muschelsand und Muschelmergel, aus denen man einige hundert Species von Conchylien kennt, unter welchen sich etwa 25 Procent lebende Species befinden; die Tertiärformation von Bordeaux und Dax, welche sich zwischen der Gironde und den Pyrenäen ausbreitet, und über welche noch vor wenigen Jahren Delbos und Raulin sehr wichtige Arbeiten geliefert haben. *Bull. de la soc. géol. 2. série, V, p.* 417 und *p.* 437; ferner die Tertiärbildung der Gegend von Turin, an der Superga und im Thale der Bormida, welche der Eocänformation sehr nahe zu stehen scheint; die Molassebildung der Schweiz, welche wenigstens zum grossen Theile hierher gehört, wenn auch ein Theil derselben entschieden pliocän sein dürfte; endlich das Bassin von Mainz und die nordteutsche Braunkohlenformation, über welche wir doch noch etwas ausführlicher in den nächsten beiden Paragraphen berichten müssen.

§. 442. *Das Tertiärbassin von Mainz.*

Als ein zweites Beispiel der miocänen oder älteren neogenen Tertiärformationen wählen wir das Bassin von Mainz, über welches neulich Fridolin Sandberger eine treffliche Arbeit veröffentlicht hat, aus der wir die nachfolgende Darstellung hauptsächlich entlehnen*).

Das Mainzer Bassin begreift dasjenige tertiäre Territorium, dessen westliche Gränze sich zu beiden Seiten des Rheins, von Landau längs der Haardt und des Hunsrücks bis Bingen, und von Geisenheim längs des Taunus bis in die Gegend von Giessen ausdehnt, während die östliche, meist durch neuere Bildungen verdeckte Gränze auf dem rechten Rhein-

*) Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken, 1853. Schon früher gab Sandberger in seiner Uebersicht der geol. Verhältnisse des Herzogthum Nassau eine sehr gute Beschreibung. Ferner sind als neuere sehr wichtige Arbeiten zu erwähnen: Uebersicht der geol. Verhältnisse des Grossherzogthum Hessen von Fr. Voltz, 1852, S. 19—65, und Walchner, Handbuch der Geognosie, 2. Aufl. I. Band, S. 1085 ff., welches Handbuch überhaupt, so weit es bis jetzt erschienen ist, eine sehr ausführliche Darstellung der quartären und tertiären Bildungen giebt, weshalb wir es unsern Lesern um so mehr empfehlen, als wir selbst genöthigt sind, uns nur auf einige dieser Bildungen zu beschränken.

ufer von Mannheim über Darmstadt nach Hanau, und von dort aus gegen Giessen läuft. Die mächtigen Braunkohlenlager der Wetterau, des Vogelsberges und auch die des Habichtswaldes gehören alle in den Bereich dieser Tertiärbildung.

Seitdem Kaup die merkwürdigen Ueberreste von Wirbelthieren aus der Gegend von Eppelsheim beschrieb, und Bronn seine Untersuchungen über die fossilen Conchylien des Mainzer Beckens veröffentlichte (Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 153), durch welche die geognostische Stellung desselben zuerst richtig bestimmt wurde, haben sich besonders die Gebrüder Alexander und Max Braun, die Gebrüder Sandberger, Voltz, Hermann v. Meyer, Walchner u. A. mit der Erforschung dieses Bassins beschäftigt, welches unstreitig eine der interessantesten Tertiärbildungen umschliesst.

Es sind theils marine, theils brackische, theils limnische und fluviatile Schichten, aus welchen dieses Territorium zusammengesetzt ist, dessen ziemlich complicirte Gliederung von Fridolin Sandberger in folgendem Schema zu einer übersichtlichen Darstellung gebracht wurde.

A. Untere Abtheilung.
 1. Meeressand von Weinheim.
 2. Cyrenenmergel und Septarienthon.
B. Obere Abtheilung.
 { 3. Landschneckenkalk (nur local) und
 { 4. Cerithienkalk.
 { 5. Litorinellenkalk und
 { 6. Braunkohlenletten mit Litorinellen.
 7. Blättersandstein von Münzenberg, Laubenheim, Wiesbaden.
 8. Knochensand von Eppelsheim.

A. Untere Abtheilung. Sie wird petrographisch vorzüglich durch Sand- und Thon-Ablagerungen ausgezeichnet, während Kalk nur ganz untergeordnet, in der Form einer wirklichen Schicht bei Eckelsheim, oder in der Form von Septarien bei Hochstadt, Romsthal u. a. O. vorkommt.

1. Meeressand. Derselbe ist nur an der westlichen Seite des Bassins, und zumal zwischen Alzei und Kreuznach in grosser Mächtigkeit entwickelt, hat aber eine sehr verschiedene petrographische Beschaffenheit, weil seine klastischen Elemente überall von den zunächst anstehenden älteren Gesteinen abstammen.

Bei Eschbach unweit Landau ist es ein Conglomerat von Muschelkalkfragmenten der Haardt, bei Neubamberg eine Porphyrbreccie, zwischen Geisenheim und Rüdesheim ein sehr eisenschüssiges, aus Fragmenten der Schiefer und Quarzite des Taunus bestehendes Conglomerat. Bei Alzei, dem reichsten Fundorte von Fossilien, wechseln bald lose, bald zu Sandstein verkittete Schichten von rothem, gelbem und graulichem Sande, in welchem Brocken von

Melaphyr und Buntsandstein vorkommen; bei Eckelsheim erscheint ein feiner hellgrauer Sand mit kalkigem Bindemittel. An mehren Punkten, wie bei Fürfeld und Kreuznach, finden sich Kugeln von mehren Zoll im Durchmesser, welche aus Sand bestehen, der durch Baryt verkittet ist.

Die zahlreichen Fossilien, welche in diesen Geröll- und Sandschichten zumal bei Weinheim unweit Alzei vorkommen, charakterisiren solche ganz entschieden als eine marine Bildung; als einige besonders bezeichnende Formen nennen wir

Ostrea callifera Lam.	*Lucina tenuistria Héb.*
Pectunculus crassus Phil.	*Dentalium Kickxii Nyst*
. *arcatus Sehloth.*	*Natica crassatina Lam.*
Cyprina rotundata Braun	*Trochus rhenanus Merian*
. *splendida Merian*	*Lamna cuspidata Ag.*

Aus der bis jetzt bekannten Fauna folgert Sandberger, dass dieser Meeressand als miocän, und zwar als die tiefste Miocänbildung angesehen werden muss.

2. Cyrenenmergel. Diese Etage ist, mit Ausnahme des nördlichsten Theiles des Bassins, überall vorhanden, und besitzt eine sehr verschiedene, in Rheinhessen aber mitunter eine recht grosse Mächtigkeit. Ihre petrographische Beschaffenheit ist sehr wechselnd, so dass die bathrologische Identität der verschiedenen Sand-, Letten- und Mergelschichten nur an den Leitfossilien erkannt werden kann. Wichtig ist das erste Auftreten von Braunkohle, welche bereits an mehren Orten nachgewiesen wurde.

Ausser manchen, schon im Meeressande vorkommenden Fossilien erscheinen hier auch noch viele andere Formen; einige der wichtigsten sind:

Cytherea incrassata Sow.	*Cerithium margaritaceum Brocchi*
Cyrena subarata Bronn	 *plicatum Lam.*
Pectunculus crassus Phil.	*Chenopus tridactylus Braun*
Perna Soldanii Desh.	*Murex conspicuus Braun*
Litorinella acuta Desh.	*Buccinum cassidaria Bronn.*

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Cyrenenmergel ein Absatz aus brackischem Wasser ist, da *Cyrena subarata* und Cerithien aus der Familie der Potamiden bei weitem am häufigsten vorkommen. Zahlreiche Litorinellen und andere stellenweise vorkommende Süsswasserconchylien beweisen aber, dass allmälig auch süsses Wasser in das Bassin eindrang. Bei Hochstadt unweit Hanau (so wie bei Eckardtroth unweit Schlüchtern) kommen in den Thonen dieser Ablagerung ausser Braunkohlen auch Kalkstein-Nieren oder Septarien vor; an letzterem Orte fand sich unter anderen Conchylien auch *Leda Deshayesiana*. Sandberger glaubt aus paläontologischen, bathrologischen und petrographischen Gründen den Cyrenenmergel mit den Schichten von Ober-Limburg in Belgien und mit den Septarienthonen von Nordteutschland parallelisiren zu müssen.

B. Obere Abtheilung. Sie wird zwar vorwaltend von Kalksteinen gebildet, doch erscheinen auch, zumal höher aufwärts und in

gewissen Regionen bedeutende Ablagerungen von Thonen, in denen mächtige und ausgedehnte Braunkohlenlager auftreten; nur zuletzt erlangen auch Sand und Sandstein eine ziemliche Bedeutung.

3. Landschneckenkalk. Er ist eine ganz locale, bis jetzt nur an zwei Orten, nämlich bei Hochheim und bei Ilbesheim (in Rheinbaiern) in grösserer Mächtigkeit nachgewiesene Bildung, welche auch nur als ein dem Cerithienkalk untergeordnetes Glied auftritt.

Einige der wichtigsten Fossilien sind:

Strophostoma tricarinatum Braun	*Helix Ramondi Brong.*
Cyclostoma bisulcatum Ziet.	. . . *deflexa Braun*
Pupa quadrigranata Braun	. . . *verticilloides Braun.*

Auch diese Schicht ist keine ganz reine Süsswasserbildung, vielmehr eine brackische, aber eine ganz nahe am Uferrande abgesetzte, wie die grosse Menge von eingeschwemmten Landschnecken und die oft trefflich erhaltenen Knochen von sehr zarten Wirbelthieren, von Lacerten, Vögeln, *Microtherium* u. s. w. beweisen.

4. Cerithienkalk. Er kommt im Mainzer Bassin in eben so grosser Ausdehnung vor, wie der Cyrenenmergel, welchem er auch unmittelbar aufgelagert ist. In Rheinhessen ist er überall eine rein kalkige Ablagerung, bei Hochheim zeigen sich die ersten Spuren einer Beimengung von Quarzkörnern, und bei Hanau ist der Quarzsand so überwiegend, dass dort der Name Cerithien sand mehr gerechtfertigt erscheint. Dabei bleiben jedoch die Fossilien dieselben, obwohl solche im reinen Sande nur selten vorkommen.

Unter ihnen sind besonders charakteristisch:

Mytilus socialis Braun	*Cerithium incrustatum Schloth.*
Perna Soldanii Desh.	*Fusus brevis Braun*
Cytherea incrassata Sow.	*Strophostoma tricarinatum Braun*
Cerithium plicatum Lam.	*Helix deflexa Braun.*

Diese Fauna, welche übrigens noch 7 Species mit dem Cyrenenmergel und 3 Species mit dem Meeressande gemein hat, zeigt noch ganz entschieden einen brackischen Charakter, wie schon das Vorherrschen der Cerithien beweist. Da der Landschneckenkalk dem Cerithienkalke untergeordnet ist, so lässt sich der Complex beider noch am ehesten mit den Süsswasserkalken des nördlichen Böhmen und mit den Schichten des *Etage de Mérignac* im Bassin von Bordeaux vergleichen.

5. Litorinellenkalk. Er bildet die ausgedehnteste und, mit Ausnahme des Cyrenenmergels, auch die mächtigste Etage des Mainzer Bassins, welche noch dadurch eine besondere Wichtigkeit erlangt, dass sie in dessen nördlichen Regionen nach oben mit bedeutenden Thon- und Braunkohlenlagern verbunden ist. Die untere, bei Oppenheim, Nierstein, Laubenheim, Weissenau und Ingelheim, so wie in der Gegend von Frankfurt und Hanau besonders schön aufgeschlossene Abtheilung besteht

aus grünlichen oder gelben Kalksteinen mit *Litorinella inflata* und *Mytilus Faujasii*. Die mittlere und die obere Abtheilung werden theils von graulichweissen, theils von gelben und bräunlichen, bald dickschichtigen bald plattenförmigen Kalksteinen und von grünlichgrauem Mergel oder Letten gebildet; in Rheinhessen umschliesst die obere Abtheilung bedeutende Ablagerungen von Bohnerzen, auch ist der Kalkstein selbst oft reichlich mit Eisenoxydhydrat imprägnirt; bei Kleinkarben aber kommen grünliche Knollen von dichtem Cölestin vor. Diese obere Abtheilung ist es auch, zu welcher die Thone und Braunkohlen der Wetterau und des Vogelsberges gehören.

Aus der zahlreichen Fauna des Litorinellenkalkes, welche noch 23 Species mit dem Cerithienkalke, und 4 Species mit dem Cyrenenmergel gemein hat, heben wir folgende Formen aus:

Tichogonia clavata Krauss	*Planorbis declivis Braun*
Cyrena Faujasii Desh.	*Helix sylvestrina Zieth.*
Neritina fluviatilis Lam.	. . . *moguntina Desh.*
Litorinella inflata Brard	*Cypris faba Desm.*
. *acuta Desh.*	*Hyotherium Meissneri Mey.*
Planorbis pseudammonius Voltz	*Palaeomeryx Scheuchzeri Mey.*

Die beiden genannten und viele andere Wirbelthiere sind nur auf wenige Fundorte beschränkt, unter denen besonders Weissenau zu nennen ist. Unter den sämmtlichen Arten aber befindet sich keine einzige, welche ausschliesslich eocän oder untermiocän wäre. Die grösste Uebereinstimmung findet mit den Kalken Würtembergs und noch eine sehr grosse mit den Süsswasserkalken des nördlichen Böhmen Statt; weniger nahe stehen die Bildungen des Wiener Bassins.

6. Braunkohlenletten. In Rheinhessen und bei Wiesbaden fehlen die Braunkohlen gänzlich, und die obere Abtheilung des Litorinellenkalkes wird dort theils von plattenförmigen gelben Kalksteinen, theils von Thonen mit Bohnerz gebildet. Doch finden sich schon mancherlei Pflanzenreste, als Blätter, Früchte und Hölzer ein. Das erste Braunkohlenlager erscheint bei Bommersheim am Fusse des Taunus; es wird von bituminösem Letten begleitet, der von *Litorinella acuta* erfüllt ist. Eben so stehen auch in der Nähe der Wetterauer Braunkohlenlager überall Litorinellen-Kalke oder Thone an, so dass an der Zugehörigkeit dieser Braunkohlenbildung zur Etage des Litorinellenkalkes nicht gezweifelt werden kann.

In dem Braunkohlenletten finden sich fast überall die Gehäuse von *Litorinella acuta*, auch nicht selten *Planorbis declivis* u. a. Conchylien des Litorinellenkalksteins. Ausserdem sind Pflanzenreste sehr häufige Begleiter der Braunkohlen, so zumal Früchte, aber auch Blätter und andere Pflanzentheile; ja bei Salzhausen haben sich sogar fossile Weintrauben gefunden. Die anderen von dort bis jetzt bekannten Formen sind:

Cupressites Salzhausensis Göpp.	*Juglans ventricosa Brong.*
Taxites Langsdorfii Brong.	 *rostrata Göpp.*
Thuites Langsdorfii Göpp.	 *laevigata Brong.*
Pinites, Nadeln.	 *acuminata Brong.*
Betula Salzhausensis Göpp.	*Acer tricuspidatum Braun*
Salix nereifolia Braun	. . . *Langsdorfii Göpp.*
. . . *lancifolia Braun*	*Carpolithes minutulus Sternb.*

Nach Otto Weber sind von einigen 20 aus der Wetterau bekannten Pflanzenspecies nicht weniger als 15 auch in der niederrheinischen Braunkohlenformation bekannt.

7. Blättersandstein. Diese Bildung findet sich bei Laubenheim, Bodenheim, Dienheim unweit Oppenheim, in der Umgebung von Wiesbaden und besonders mächtig in der Wetterau, von Nauheim bis Münzenberg. Bei Laubenheim liegt sie sehr deutlich über dem Litorinellenkalke, wodurch ihre bathrologische Stellung bestimmt wird. Nach unten besteht sie gewöhnlich aus einem sehr festen und compacten Conglomerate von dunkelbrauner Farbe; darüber liegt grobkörniger Sandstein, welcher stellenweise, wie bei Münzenberg, von einigen Jaspisschichten unterteuft wird, und dort so wie bei Wiesbaden auf seinen Klüften Barytkrystalle enthält, die nicht selten ganz mit Sand bedeckt und imprägnirt sind; endlich folgt feinkörniger, oft schieferiger Sandstein. Bei Wiesbaden ist diese Etage 50 bis 60, bei Osthofen in Rheinhessen über 250 Fuss mächtig; überall aber wird sie durch sehr zahlreiche Abdrücke von Blättern charakterisirt.

Von thierischen Ueberresten ist bis jetzt nur *Cyrena Faujasii Desh.* bei Münzenberg gefunden worden; von Blättern kennt man theils dort, theils bei Bodenheim folgende:

Quercus furcinervis Ung.	*Daphnogene cinnamomifolia Ung.*
. *flagellinervis Göpp.*	 *angulata Göpp.*
. *angustilobata Braun*	*Apocynophyllum lanceolatum Ung.*
Laurus crassifolia Göpp.	

8. Knochensand. Eine nur an wenigen Punkten, wie zwischen Oppenheim und Guntersblum, bei Heppenheim, bei Laubenheim, besonders aber bei Eppelsheim unweit Worms bekannte Bildung, welche wesentlich aus Sand und Geröll besteht, nur 20 bis 30 Fuss mächtig, aber äusserst interessant durch die grosse Menge von Säugethierknochen ist, die sie enthält.

Als Leitfossilien sind besonders *Hippotherium gracile*, *Dinotherium giganteum* und *Mastodon longirostris* zu nennen; es kommen aber noch sehr viele andere Knochen vor, so dass z. B. schon 3 Species von Sus, 4 von Rhinoceros, 6 von Cervus, 4 von Felis erkannt worden sind. Gemeinschaftlich mit dem Meeressande hat dieser Knochensand *Anthracotherium magnum*, mit

dem Litorinellenkalke aber: *Rhinoceros incisivus*, *Rh. minutus*, *Palaeomeryx minor* und *Hippotherium gracile*.

Von den allgemeinen Folgerungen, auf welche Sandberger durch seine Untersuchungen gelangte, heben wir nur die zwei hervor, dass es im Mainzer Bassin keine plötzliche Veränderung der Fauna von einer Etage zur andern giebt, und dass die Fauna desselben, welche anfangs eine rein marine war, später durch brackische Formen bis in ächte Süsswasserformen überging, woraus zu schliessen ist, dass das anfangs marine Bassin allmälig immer mehr und mehr den Verhältnissen eines Süsswasserbassins genähert wurde. An den Rändern desselben haben in zwei verschiedenen Perioden Ablagerungen von vorweltlichen Pflanzenmassen Statt gefunden, durch welche die Braunkohlenflötze des Cyrenenmergels und des Litorinellenkalkes gebildet worden sind.

§. 443. *Nordteutsche Braunkohlenformation.*

Als von Alexander Brongniart im Bassin von Paris braunkohlenführende Thone unter dem Grobkalke nachgewiesen worden waren, da glaubte man anfangs, allen ähnlichen Gebilden eine gleiche Stellung zuschreiben zu müssen, weshalb denn auch die nordteutschen Braunkohlen längere Zeit mit dem *argile plastique* und *lignite* der nordfranzösischen Eocänformation verglichen wurden. Wenn nun auch selbst in neuerer Zeit noch hier und da Gründe für diese Vergleichung geltend gemacht worden sind, so scheint man doch gegenwärtig ziemlich allgemein zu der Ansicht gelangt zu sein, dass der grösste Theil der im nördlichen Teutschland so allgemein verbreiteten Braunkohlenformation in die miocäne Periode versetzt werden müsse.

Wir haben schon gesehen, dass die bedeutenden Braunkohlenlager der Wetterau dem Litorinellenkalke, und dass kleinere Lager der Art, wie sie bei Ostheim, Rossdorf und Hochstadt bekannt sind, den Cyrenenmergeln angehören; wir haben auch gesehen, dass die Wiener Formation sowohl an ihrer Basis, als auch in ihren oberen Schichten mit Braunkohlenflötzen versehen ist. Hieraus folgt denn, dass die miocänen Formationen des Mainzer und Wiener Bassins in zwei verschiedenen Niveaus Braunkohle beherbergen. Es ist nun aber so gut wie erwiesen, dass auch die Braunkohlenbildungen des Westerwaldes und des Niederrheinischen Bassins, dass die des nördlichen Böhmen, Sachsens, Thüringens, Schlesiens, der Mark Brandenburg sehr nahe von gleichem Alter sind, und es dürfte daher wohl im Allgemeinen die Richtigkeit der neuerdings zur Geltung gelangten Ansicht nicht zu bezweifeln sein. Nur für die Braunkohlen südwestlich von Magdeburg, bei Osterweddingen, Westeregeln und Biere, ist es nicht unwahrscheinlich, dass ihnen ein höheres Alter zukommt, weil sie von Sandschichten mit marinen Conchylien bedeckt wer-

den, welche an die Fauna der oberen Eocänformation erinnern. Philippi in *Paläontographica*, I, S. 42 ff. und Beyrich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, 278. Dass auch in anderen Ländern die miocäne Braunkohlenformation eine wichtige Rolle spielt, diess beweisen die Kohlen von Parschlug und Fohnsdorf in Steiermark, von Radoboj in Croatien, von Oberitalien, und ein grosser Theil der zwischen den Alpen und dem Jura in der Molasse abgelagerten Kohlen.

Die Braunkohlenformation ist im mittleren und nördlichen Teutschland ganz ausserordentlich verbreitet, und gewinnt eine grosse nationalökonomische Bedeutung für die Gegenden ihres Vorkommens. Leopold v. Buch hat versucht, ihre zahlreichen Vorkommnisse nach bestimmten Territorien zu gruppiren, welche eben so vielen vorweltlichen Binnenmeeren oder Aestuarien entsprechen, und er findet, dass nördlich von der Donau bis an das Meer sieben solcher Territorien zu unterscheiden sind.

Diese sieben Becken sind folgende:

1. Das oberrheinische Becken zwischen dem Schwarzwalde und den Vogesen.
2. Das rheinisch-hessische Becken; es dehnt sich zwischen dem Taunus, dem westphälischen Sauerlande und dem Thüringer Walde aus, und wird in der Mitte von den Basalten des Westerwaldes, Vogelsberges, Habichtswaldes und der Rhön durchsetzt.
3. Das niederrheinische Becken; dasselbe beginnt einige Meilen oberhalb Bonn und reicht bis in die Gegend von Aachen und Düsseldorf, und noch weiter nordwärts.
4. Das thüringisch-sächsische Becken; es begreift Thüringen, die preussische Provinz Sachsen, das Königreich Sachsen und Herzogthum Altenburg.
5. Das böhmische Becken; das nördliche Böhmen.
6. Das schlesische Becken; es reicht vom Bober bis tief nach Oberschlesien, und hängt weiterhin mit den Braunkohlenbildungen Galiziens und Polens zusammen.
7. Das nordteutsche Becken; es erstreckt sich durch ganz Nordteutschland nach Preussen, Posen und Polen.

Die Gesteine dieser grossen, über mehre tausend Quadratmeilen ausgedehnten Braunkohlenformation zeigen in der Hauptsache eine auffallende allgemeine Aehnlichkeit, obgleich einzelne Bassins auch eigenthümliche Gesteine verschliessen, die in anderen Bassins nicht angetroffen werden.

Als allgemein verbreitete Gesteine sind vor allen Sand und Thon zu nennen; an den Sand schliessen sich Sandsteine und Quarzite, an den Thon Schieferthone, Kohlenletten und Alaunerde an; dann spielt die Braunkohle selbst eine sehr wichtige Rolle. In manchen Territorien nehmen auch Basalt- und Trachyt-Tuffe einen

wesentlichen Antheil an der Bildung der Braunkohlenformation, und endlich dürften noch die Kohlenbrandgesteine, d. h. die durch Kohlenbrände gelieferten Producte und Rückstände als eigenthümliche Gesteine aufzuführen sein. Von mehr untergeordneten Materialien sind, als gewöhnlich vorkommende, besonders Eisenkies, Sphärosiderit und Thoneisenstein, als minder häufige, Opal und Polirschiefer, Kalkstein, Mergel und Gyps zu erwähnen. Ausser diesen Gesteinen kommen auch noch, besonders in den Thonen und in der Braunkohle, mancherlei accessorische Mineralien vor.

Wir betrachten zuvörderst die in grösseren Massen oder auch in allgemeinerer Verbreitung auftretenden Materialien.

1. Sand, d. h. Quarzsand bildet ein in der Braunkohlenformation oft sehr vorwaltendes Material.. Er erscheint meist weiss oder hellgrau, indem er vorzüglich von farblosen oder weissen Quarzkörnern gebildet wird, zu denen sich jedoch auch mehr oder weniger graue, blaue, rothe und gelbe Körner gesellen; nur wenn ihm bituminöse oder kohlige Theile beigemengt sind, erscheint er auch im Ganzen gelb, dunkelgrau oder braun gefärbt, wie denn überhaupt kleine Körner und Staubtheile von Braunkohle nicht selten zwischen den übrigen Bestandtheilen bemerkbar sind. Die in den quartären Formationen so häufigen gelben und braunen Sand- und Geröllschichten, welche ihre Färbung einem Pigmente von Eisenoxydhydrat verdanken, gehören in der Braunkohlenformation zu den seltneren Erscheinungen.

Der Sand ist bald grobkörnig, bald klein- oder feinkörnig, und geht im ersteren Falle in Quarzgeröll über, welches nicht selten in mächtigen Schichten auftritt. Was die grobkörnigen Sande oft besonders auszeichnet, ist die glatte und glänzende, völlig rein gewaschene und fast polirte Oberfläche ihrer Körner; eine Eigenschaft, welche auch an den Geröllen sehr auffallend zu beobachten ist. Bisweilen kommen auch krystallinische Sandbildungen vor, deren Körner Krystallflächen zeigen; häufig aber ist der grobe Sand sehr scharfkörnig. Silberweisse Glimmerschuppen sind ihm oftmals beigemengt. Die sehr glimmerreichen scharfkörnigen Sande führt Plettner unter dem Namen Glimmersand auf; die äusserst feinkörnigen, mit mehr oder weniger Glimmer und mit Kohlenstäubchen gemengten, weich und mild anzufühlenden und im feuchten Zustande fast plastischen Varietäten sind es, welche als Formsand benutzt und bezeichnet werden. (Plettner in seiner reichhaltigen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 436 f.)

Wo der Sand ganz gleichmässig körnig und einfarbig ist, da pflegt seine Schichtung sehr undeutlich zu sein; wo er aber mit verschiedener Grösse des Kornes oder mit verschiedenen Farben auftritt, da giebt sie sich durch eine lagenweise Sonderung der gröberen und feineren Körner oder der verschiedentlich gefärbten Partieen zu erkennen; dabei ist discordante Parallelstructur eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Am deutlichsten ist die Schichtung da, wo der Sand mit Thonlagen wechselt.

2. Sandstein und Quarzit. Die Sandsteine der Braunkohlenformation erscheinen theils nur in untergeordneten Massen innerhalb der Sande,

theils in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Die ersteren Vorkommnisse bilden mehr oder weniger (aber oft viele Lachter) grosse, theils ganz ungestaltete, theils bankförmige Concretionen, welche im losen Sande stecken, aus dem sie dadurch entstanden sind, dass er stellenweise von einem kieseligen Bindemittel durchdrungen wurde, welches eine Verkittung der Sandkörner bewirkte. Dieses Bindemittel ist oft so krystallinisch, dass die Sandstein-Concretionen eine sehr harte und feste, quarzit- oder hornsteinähnliche Beschaffenheit erhalten, und zu den unverwüstlichsten Gesteinen gehören. In den Geröllschichten entwickelten sich auf dieselbe Weise äusserst feste Kieselconglomerate mit hornsteinartiger Grundmasse. Uebrigens gehen diese Concretionen bald allmälig in den umgebenden Sand über, bald sind sie scharf gegen ihn begränzt, in welchem Falle ihre sehr unebene, cavernose und knollige Oberfläche, mit einer glatten, glänzenden Kieselmasse imprägnirt ist, welche ihr ein emailartiges oder glasirtes Ansehen ertheilt. Das sind die glasirten Blöcke, wie sie v. Dechen nennt, welche, nach Fortspülung des sie einhüllenden Sandes, oft in grosser Menge auf der Oberfläche des Landes herumliegen, und da, wo die Braunkohlenformation mit Basalten vergesellschaftet ist, mitunter seltsamer Weise als gefrittete Sandsteinblöcke gedeutet wurden; eine Deutung, welche noch neuerdings Ludwig mit sehr guten Gründen zurückgewiesen hat; (Jahresbericht der Wetterauischen Ges. 1851, S. 39 f.). Auch wurden diese Blöcke oftmals, in Voraussetzung eines gewissen Zusammenhanges mit der Basaltformation, unter den Namen Trappquarz oder Trappsandstein aufgeführt. Der in der Gegend von Halle so genannte Knollenstein gehört gleichfalls hierher.

Ausser diesen concretionären Sandsteinen kommen aber auch andere vor, welche in stetigen Schichten ausgebildet sind, und oft eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangen. Dahin gehören z. B. die in den Gegenden des Elbthales, zwischen Tetschen und Lobositz, sehr mächtig entwickelten, weissen und hellfarbigen, feinkörnigen, bald weichen bald harten, mit weissen Thongallen versehenen Sandsteine der Böhmischen Braunkohlenformation, welche früher mit dem benachbarten Quadersandsteine verwechselt worden sind; ferner die harten, grobkörnigen Sandsteine, welche bei Ossegg die Felsen der Salesiushöhe bilden und viele Abdrücke von *Anodonta* enthalten; die Sandsteine, welche bei Czernowitz, Strahl, Klostergrab, Carlsbad und Altsattel als Mühlsteine und Bausteine gebrochen werden, und sich sowohl durch ihre deutliche Schichtung, als auch durch bisweilige Anlage zu schieferiger Structur von den concretionären Sandsteinen sehr auffallend unterscheiden. Auch diese Sandsteine besitzen oftmals eine mehr oder weniger krystallinische Beschaffenheit, und erhalten mitunter durch eingesprengte Quarzkrystalle eine porphyrartige Structur. Andere hierher gehörige Gesteine erscheinen als dichte, hornsteinähnliche Quarzite, welche oft einzelne grössere Quarzkörner von muscheligem Bruche, oder auch kleine Quarzgerölle umschliessen, oft sehr zerklüftet, auf ihren Klüften bisweilen mit Chalcedon oder Opal erfüllt sind, und theils in stetig ausgedehnten, theils in zerstückelten Schichten auftreten. — Pflanzenabdrücke sind in diesen Sandsteinen an vielen Orten bekannt.

3. Thone. Graue, zumal blaulich-, grünlich- und aschgraue, oder weisse Thone bilden eine fast nirgends fehlende Erscheinung in der Braun-

kohlenformation; bisweilen sind sie auch gelb oder braun, roth oder bunt gefärbt. Sie treten bald in lagerförmigen, bald in stockförmigen Gebirgsgliedern auf, welche oft eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen, aber gewöhnlich keine deutliche Schichtung besitzen, was nur dann der Fall ist, wenn verschiedentlich gefärbte Varietäten mit einander abwechseln, oder wenn Sandschichten dem Thone eingeschaltet sind. Oft stehen die Thone 20 bis 40 Fuss hoch an, ohne eine Spur von Schichtung erkennen zu lassen. Sie sind bald sehr rein und vollkommen plastisch, bald mehr oder weniger durch Sand und andere Beimengungen verunreinigt. Eisenkies und Gyps gehören zu den nicht seltenen accessorischen Bestandtheilen; auch verrathen manche Thone durch Aufbrausen mit Säuren eine innige Beimengung von kohlensaurem Kalke. Dergleichen Varietäten umschliessen auch bisweilen ellipsoidische Nieren von thonigem Kalkstein, welche gewöhnlich als Septarien (I, 454) ausgebildet sind; so z. B. die Septarienthone von Hermsdorf bei Berlin, von Buckow und Stettin, von Görzig bei Köthen, welche noch ausserdem durch das Vorkommen vieler mariner Conchylien ausgezeichnet sind. Auf ähnliche Weise finden sich auch in anderen Thonen Nieren von Sphärosiderit oder von Thoneisenstein, welche letztere aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgegangen sind. Braunkohle, bituminöses Holz und andere Pflanzenreste kommen theils im verkohlten, theils im verkiesten Zustande nicht selten vor.

4. Kohlenletten. Ein inniges Gemeng von feinem Sande, Thon und kohligen Theilen, dessen Bestandtheile in sehr verschiedenen Verhältnissen auftreten, daher man mit Plettner sandigen, thonigsandigen und thonigen Kohlenletten unterscheiden kann. Seine Farbe ist meist dunkelbraun oder schwarz; er ist fest, im feuchten Zustande plastisch, deutlich und oft dünn geschichtet, und brennt sich vor dem Löthrohre äusserlich aschgrau, während er im Innern braun bleibt, ja sogar nach aussen hin schwarz wird; (Plettner a. a. O. S. 441). Gyps und Eisenocker erscheinen bisweilen als accessorische Bestandtheile.

5. Alaunerde, oder besser, Alaunthon. So nennt man solche bituminöse Thone oder Kohlenletten, welche, vermöge gewisser innig beigemengter Bestandtheile, zur Bereitung von Alaun geeignet sind. Sie sind schwärzlichgrau, schwärzlichbraun bis schwarz, im Bruche erdig und matt, im Striche glänzend, fest, und meist deutlich geschichtet. Als hauptsächliche Bestandtheile derselben sind Thon, kohlige Theile, Sand und Glimmer zu betrachten. Eisenkies und Schwefel sind selbst unter dem Mikroskope nicht zu entdecken; desungeachtet hat H. Müller neulich gezeigt, dass der Alaunthon wirklich unsichtbar vertheiltes Eisenbisulphuret, freien Schwefel und huminsaures Eisenoxydul enthält. Wenn er daher einige Zeit an der Luft liegt, so findet, unter auffallender Erwärmung, eine Bildung von Eisenvitriol und schwefelsaurer Thonerde Statt. Dagegen lässt sich, wie schon Mitscherlich gezeigt hat, aus Alaunthon, welcher vor dem Zutritte der Luft geschützt war, keine Spur von schwefelsauren Salzen extrahiren. Journal für prakt. Chemie, Bd. 59, 1853, S. 257 ff. Der Alaunthon bildet oft das unmittelbare Hangende von Braunkohlenflötzen, erscheint aber auch in selbständigen Flötzen, welche bisweilen eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen; wie z. B. in Mecklenburg bei Bockup, wo nach Brückner das bedeutendste Flötz 49, und bei Loosen, wo es sogar 87 Fuss mächtig ist.

6. Schieferthon. Graue, bisweilen weisse, oft licht kaffeebraune und bituminöse Schieferthone sind in manchen Territorien der Braunkohlenformation bekannt; so z. B. bei Kaltennordheim in der Rhön, bei Bilin und Tschermig in Böhmen; gewöhnlich sind sie äusserst feinerdig und reich an Pflanzenabdrücken, besonders an Blättern. Nahe verwandt mit diesen Schieferthonen oder auch mit der Papierkohle dürften die im Egerer und im Falkenau-Carlsbader Bassin bekannten Schiefer sein, welche Reuss, wegen ihres oft grossen Reichthums an Cyprisresten, Cyprisschiefer genannt hat. Es sind weisse, gelbliche, grauliche, grünliche oder braune, weiche, dabei aber sehr zähe und leicht spaltbare, durch die Verwitterung zu papierdünnen Blättern aufklaffende Schiefer, welche im Egerer Bassin Millionen von *Cypris angusta* nebst anderen organischen Ueberresten umschliessen.

7. Trachyt- und Basalttuffe. Am Fusse des Siebengebirges bei Bonn liegen die trachytischen Conglomerate und Tuffe zwischen den Schichten der Braunkohlenformation, nämlich über den tiefsten Sandsteinen und Thonen derselben, während sie von den eigentlichen kohlenführenden Schichten bedeckt werden. Dasselbe gilt auch von den dortigen basaltischen Tuffen und Conglomeraten; v. Dechen, Geognostische Beschreibung des Siebengebirges, S. 117, 140, 148. Aehnliche Verhältnisse sind auch in anderen Territorien bekannt; so wechseln z. B. bei Laubach, am Fusse des Vogelsberges in Hessen, Basalttuffe sieben Mal mit Braunkohlenflötzen ab; v. Leonhard, die Basaltgebilde, II, 52 f. Bei Seifhennersdorf in der Lausitz wird der obere Theil der Braunkohlenformation mit von Basalttuffen gebildet; auf dem Hoffmannschen Werke daselbst werden zwei Kohlenflötze durch ein Zwischenmittel von regelmässig geschichtetem Basalttuff abgesondert. Bei Jauer in Schlesien liegt nach Ludwig die Braunkohle gleichfalls zwischen Basalttuffen; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, 257.

8. Die Kohlenbrandgesteine, welche meist als Porcellanit oder als sogenannte Erdschlacke erscheinen (I, 722 und 771), sind grösstentheils die Producte der Frittung und beginnenden Schmelzung von Thonen, Schieferthonen und anderen pelitischen Gesteinen der Braunkohlenformation. Auch gehören zu ihnen die stängelig abgesonderten Thoneisensteine, welche durch die Einwirkung der Kohlenbrände auf Sphärosiderit entstanden sind, wie diess von Hohenegger durch directe Versuche bewiesen worden ist; Haidinger's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturw. III, 142. Die Kohlenbrände selbst wurden wohl gewöhnlich durch freiwillige Selbstentzündung verursacht; doch ist Reuss geneigt, sie in Böhmen mit den Eruptionen der Basalte in ursachlichem Zusammenhange zu denken.

9. Braunkohlen. Dieses wichtige Material, nach welchem die ganze Formation benannt ist, erscheint in mancherlei Varietäten, welche man nach ihrer Beschaffenheit als Pechkohle, holzige Braunkohle, bituminöses Holz, Erdkohle und Moorkohle, nach der Form, in der sie gewonnen und verbraucht werden, als Stückkohle, Knorpelkohle und Formkohle unterscheidet. Auch Faserkohle, schwarz, und durchaus nicht verschieden von jener der Steinkohlenformation, kommt zuweilen lagenweise oder auf Klüften in der Braunkohle vor. Als ein paar ausgezeichnete Varietäten sind noch folgende zu erwähnen.

Papierkohle oder Dysodil. Sie besteht aus dünnen, von einander

leicht ablösbaren Lagen oder Membranen, welche biegsam und zäh wie Pergament oder starkes Papier sind; dabei ist sie braun oder grau, schimmernd, im Striche glänzend, und weich. Sie enthält nur wenig eigentliche Kohle, indem Bitumen, Thon und Kieselerde ihre hauptsächlichen Bestandtheile ausmachen, welche letztere, wie Ehrenberg gezeigt hat, wesentlich durch Kieselpanzer von Infusorien und durch Phytolitharien geliefert worden ist, weshalb denn die Papierkohle dem Polirschiefer und anderen Infusorienpeliten sehr nahe steht, welche sie auch bisweilen begleiten. Auch pflegt die Papierkohle sehr reich an anderen organischen Ueberresten, zumal von Fischen (*Leuciscus papyraceus*) und an Blättern von dicotylen Bäumen zu sein. Glimbach bei Giessen, Rott unweit Bonn, sowie Linz und Orsberg bei Erpel sind bekannte Fundorte dieser merkwürdigen Kohle.

Wachshaltige Braunkohle. Eine ganz eigenthümliche Varietät, welche bei Gerstewitz unweit Weissenfels, und bei Helbra in Thüringen vorkommt. Sie ist schmutzig gelb bis licht gelblichbraun, erdig und leicht zu zerbröckeln, matt, im Striche glänzend, hat das Gewicht 0,9 und unterscheidet sich wesentlich von jeder anderen Braunkohle durch ihr Verhalten im Feuer. Bei einer geringen Wärme entwickelt sie weisse schwere Dämpfe, in der Flamme verbrennt sie mit Gestank, und in einem offenen Gefässe kommt sie in Fluss, und schmilzt zu einer pechähnlichen Masse. Durch Aether lässt sich ein wachsartiger Bestandtheil ausziehen, welchen Wackenroder Cerinin nannte, während Brückner später zeigte, dass er ein sehr zusammengesetzter Körper sei. Journal für prakt. Chemie, Bd. 57, S. 1 ff. Diese merkwürdige gelbe Kohle bildet nach Mahler bei Gerstewitz den hangenden Theil eines Braunkohlenflötzes, stellenweise bis zu $3\frac{1}{2}$ Fuss Mächtigkeit; sie geht nach unten in rothbraune bis schwärzlichbraune, noch sehr fette Braunkohle über, bis endlich im Liegenden schwarze magere Kohle folgt. Bei der Gewinnung arbeitet sie sich wie Rindstalg, so dass die Keilhaue fast darin stecken bleibt. Mahler a. a. O. S. 19 f.

Von accessorischen Bestandtheilen der Braunkohle sind, ausser dem häufig vorkommenden und ihre Brauchbarkeit sehr beeinträchtigenden Eisenkies, besonders noch Gyps, Schwefel, Eisenvitriol, Haarsalz, Retinit und andere bernstein-ähnliche Harze zu erwähnen, während der eigentliche Bernstein nach Göppert gar nicht in der Braunkohlenformation, sondern nur in neueren, pliocänen Formationen vorkommt. Göppert, über die Bernsteinflora, 1853. Als ein paar bis jetzt nur an einzelnen Fundorten vorgekommene Mineralien müssen noch der Mellit (Artern und Luschitz) und der Ammoniakalaun (Tschermig) genannt werden.

Die Braunkohlen bilden theils regelmässige und weit fortsetzende Lager oder Flötze, theils Lagerstöcke, welche oft zu einer sehr bedeutenden Mächtigkeit gelangen. So werden nach Andrä die Braunkohlenflötze der Gegend von Halle bisweilen über 7 Lachter mächtig; bei Bilin und im Falkenau-Carlsbader Bassin steigt nach Reuss die Mächtigkeit der Flötze bis zu 10 Klaftern; dieselbe Stärke erlangt auch nach Tasche der Braunkohlenstock von Salzhausen in Hessen-Darmstadt. Nach v. Dechen beträgt die Mächtigkeit des Braunkohlenlagers im Brühler Revier, zwischen Cöln und Bonn, auf dem westlichen Gehänge über 13 Lachter, während sie auf dem östlichen Gehänge zwischen $\frac{5}{4}$ und 9 Lachtern schwankt. In der Gegend von Zittau in Sachsen

liegt die Braunkohle stellenweise über 70, ja sogar weit über 100 Fuss mächtig, einschliesslich der Zwischenlagen von Thon. Mächtigkeiten von 10 bis 20 Fuss sind sehr gewöhnlich; doch sind die Flötze oft bedeutenden Mächtigkeitswechseln unterworfen, so dass sie bald Anschwellungen, bald Verdrückungen zeigen, und bisweilen zu lauter einzelnen Stöcken dismembrirt erscheinen.

Die Braunkohlenflötze liegen meist zwischen Sand- und Thonschichten, ohne dass in dieser Hinsicht ein bestimmtes Gesetz waltet, indem bald Sand, bald Thon das unmittelbare Hangende oder Liegende bildet; oft erscheint Alaunthon als die Decke der Kohlenflötze. In basaltischen Regionen treten auch Basalttuffe über, unter oder zwischen den Flötzen auf. Wo mehre Flötze vorkommen, da werden solche durch mehr oder weniger mächtige Zwischenmittel von Sand, Thon, Schieferthon oder anderen Gesteinen getrennt. Nicht selten kommen zwei oder drei Flötze über einander vor, bisweilen auch noch mehre; wie z. B. nach Reuss bei Altsattel und Davidsthal in Böhmen, und bei Bilin, wo 4 Flötze bekannt sind; bei Riestädt unweit Sangerhausen sind 5, bei Muskau in der Lausitz 6, in der Mark Brandenburg oft 7 Flötze vorhanden; im Westerwalde kommen nach Stifft 5, ja nach Erbreich sogar 8 Flötze vor, von denen jedoch die drei oberen nicht abgebaut werden.

Ueber die nur untergeordnet oder auch selten vorkommenden Materialien der Braunkohlenformation mögen folgende Bemerkungen genügen.

a. Opal und Opalschiefer. Am Quegsteine, bei Muffendorf u. a. O. unweit Bonn enthalten die Quarzite, Hornsteine und kieseligen Sandsteine oft Halbopal und Opaljaspis; bei Rott bildet Halbopal nebst Polirschiefer sogar schmale Schichten in und über der dortigen Papierkohle; ja, manche dieser Schichten, welche besonders viele Pflanzenabdrücke enthalten, erscheinen als bituminöse, schwärzliche Kieselschiefer. Bedeutender sind die Vorkommnisse von Halbopal und Opalschiefer, welche die Polirschiefer von Kutschlin, bei Bilin in Böhmen, begleiten, so wie jene, welche bei Luschitz und Schichow grosse Nester im Basalttuffe bilden, dabei reich an Kieselpanzern von Infusorien und anderen organischen Ueberresten sind; Reuss, die Umgebungen von Teplitz, S. 135 und 142 f.

b. Polirschiefer und Saugschiefer, welcher letztere dem Opale schon sehr nahe verwandt ist, bilden bei Kutschlin ziemlich mächtige, der Braunkohlenformation angehörige Schichten; Reuss, a. a. O. S. 132 f. Aehnliche Gesteine, so wie Lagen von Kieselguhr begleiten die Papierkohle von Rott unweit Bonn; weit mächtiger erscheinen sie in dem Braunkohlenlager von Liessem bei Godesberg, welches in Streifen und Partieen so reichlich mit diesen Infusorienpeliten versehen ist, dass sein Material als Kohle ganz unbrauchbar wird; dieses Lager ist 19 bis 52 Fuss stark. Geogn. Beschr. des Siebengebirges von v. Dechen, S. 205.

c. Mergel und Kalkstein; beide sind nur in wenigen Gegenden bekannt. So berichtet Andrä, dass bei Halle, vorzugsweise in der Nähe der Kohlenflötze, gelblichgrauer bis brauner, erdiger Mergel in bisweilen mehre Fuss mächtigen Schichten auftritt. Bei Striese und Schmarken, unweit Praus-

nitz in Schlesien, liegt ein dichter kreideähnlicher Kalkstein über der Braunkohle; derselbe enthält Pflanzenabdrücke, eben so wie der Mergel von Stedten unweit Halle. In dem Egerer Bassin kommen zwischen den Cyprisschiefern in fussdicken Schichten gelblichgraue feste Kalksteine vor, welche unterirdisch gewonnen und auf Kalk benutzt werden. Auch die Süsswasserkalksteine oder Limnocalcite von Kostenblatt, Waltsch, Tuchorzic und Koloseruk, so wie die Bittersalzmergel von Saidschiz und Püllna in Böhmen gehören hierher. Die Septarien des sog. Septarienthones bestehen wesentlich aus blaulichgrauem oder bräunlichgrauem thonigem Kalkstein.

d. Gyps. Als accessorischer Gemengtheil ist er nicht selten in den verschiedenen thonigen Gesteinen und in der Braunkohle selbst. Er erscheint aber auch bisweilen als erdiger Gyps in schmalen Schichten (z. B. mit den Mergeln bei Dölau, Zscherben und Nietleben unweit Halle) so wie als Thongyps und krystallinischer Gyps in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Diess letztere ist der Fall in Oberschlesien und Polen, wo sich eine eigenthümliche, von v. Carnall beschriebene Gyps- und Mergelbildung vorfindet, welche die dortige Braunkohlenformation mit den karpathischen Gyps- und Steinsalzbildungen in Verbindung bringt. Dahin gehören in Oberschlesien die Gypsmassen von Dirschel und Katscher auf dem linken, und jene von Czernitz, Krziskowitz und Pschow auf dem rechten Ufer der Oder, deren Gestein theils als sogenannter Lehmgyps, theils als krystallinischer Gyps ausgebildet ist, und im letzteren Falle oft aus bis fussgrossen linsenförmigen Krystallen besteht; dahin gehören auch nach Gumprecht die Gypse von Wapno und Inowroclaw in Posen. Sehr interessant ist es, dass in dem Gypse von Czernitz so wie in dem ihn einschliessenden blaulichgrauen Thone durch Kuh noch neulich Conchylien und Foraminiferen der Wiener Formation nachgewiesen worden sind. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 225.

e. Phosphorit. Erdiger, braunlichweisser Phosphorit bildet bei Pilgramsreuth eine 2 bis 4 Zoll starke Schicht im sandigen Thone; Nauck, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 41. Nach Gümbel findet er sich auch flötzweise und knollenförmig im Liegenden von Braunkohlenflötzen bei Fuchsmühl und Zottenwies in der Oberpfalz. Korrespondenzblatt des zool. min. Vereins in Regensburg, 1853, S. 153.

f. Sphärosiderit und Thoneisenstein. Der thonige Sphärosiderit kommt gewöhnlich in den Thonen oder thonigen Sandsteinen, bisweilen auch in den Trachyt- oder Basalttuffen der Braunkohlenformation vor. Er bildet theils stetig ausgedehnte Schichten von 1 bis 18 Zoll Mächtigkeit, welche oft mehrfach (bis zu 30) über einander liegen, theils flach ellipsoidische Nieren, welche mitunter bis zu 6 Fuss im Durchmesser und 3 Fuss Dicke erreichen. Besonders das niederrheinische Braunkohlenrevier bei Bonn und das böhmische Braunkohlengebirge sind reich daran. Nach aussen sind diese Nieren gewöhnlich in braunen Thoneisenstein umgewandelt, welcher ebenfalls in dergleichen concentrisch-schaligen, in der Mitte bisweilen hohlen Nieren (sogenannten Adlersteinen) vorkommt. Auch finden sich hier und da (wie bei Kuttowenka und Rothaugezd unweit Bilin) Schichten von dünnschaligem und linsenförmig-körnigem Thoneisenstein. Die im Soonwalde, auf den Höhen des Hunsrücks, unter so merkwürdigen, von Nöggerath beschriebenen Verhältnissen vorkommenden Nieren oder Kugeln von Brauneisenerz und Psilomelan

stecken gleichfalls in einer der Braunkohlenformation angehörigen Thonbildung.

g. Eisenkies. Dieses, als accessorischer Bestandtheil der Thone und der Braunkohlen so gewöhnlich vorkommende Mineral ist bisweilen dermaassen angehäuft, dass die betreffenden Schichten als förmliche Kiesflötze bezeichnet und, Behufs der Vitriol- und Alaungewinnung, abgebaut werden; wie bei Littmitz und Altsattel in Böhmen, bei Olbersdorf unweit Zittau in Sachsen.

Die vorwaltenden Materialien der Braunkohlenformation, zu welchen besonders die sandigen und die thonigen Gesteine gehören, bilden mehr oder weniger mächtige Schichtensysteme, denen die Braunkohlenflötze eingeschaltet sind. In manchen Gegenden, wie z. B. bei Bonn, im nördlichen Böhmen, bei Wurzen in Sachsen, bei Belgern, bilden Sandsteine und Quarzite die tiefsten Schichten, über welchen die Thone und die Braunkohlen folgen. Die Sande spielen bald eine sehr vorwaltende Rolle, wie in der Mark Brandenburg, bei Halle, in der Gegend zwischen Leipzig, Frohburg und Grimma; bald fehlen sie fast gänzlich, wie im Westerwalde.

Die Unterlage der Braunkohlenformation wird von sehr verschiedenen Formationen gebildet; interessant ist es aber, dass nicht selten auch Basalt als das unmittelbare Liegende auftritt, wie im Westerwalde, bei Salzhausen in Hessen und stellenweise in Böhmen; eine Erscheinung, welche eben so wie das bisweilige Auftreten regelmässig eingeschichteter Basalttuffe, den Beweis liefert, dass basaltische Eruptionen oftmals der Braunkohlenformation vorausgegangen sind. Dasselbe gilt von den Trachyten des Siebengebirges. Da aber die Formation auch häufig von Basaltgängen durchsetzt, oder von Basaltdecken und Basaltkuppen überlagert wird (Westerwald, Böhmen, Lausitz), so folgt, dass die basaltischen Eruptionen sich mehrmals wiederholt und überhaupt während einer längeren Zeit ereignet haben müssen. In den meisten Gegenden Nordteutschlands wird jedoch die Braunkohlenformation nur von quartären Bildungen überlagert, aus welchen sie auch oft unbedeckt zu Tage austritt.

Die Lagerung der nordteutschen Braunkohlenformation ist keineswegs immer so regelmässig, als man es von einer so neuen Bildung erwarten sollte. Nicht nur am Fusse von Gebirgsketten, nicht nur da, wo sie mit Basalten oder Phonolithen in Conflict gerieth, sondern selbst mitten in den Gegenden des Tieflandes und fern von allen eruptiven Gesteinen kommen oft sehr gestörte Lagerungsverhältnisse vor, welche beweisen, dass auch diese neogene Tertiärbildung oftmals von bedeutenden Convulsionen der äusseren Erdkruste betroffen worden ist. Aufrichtungen und Faltungen der Schichten, Verwerfungen und theilweise Hebungen oder Senkungen ganzer Schichtensysteme gehören zu den gar

nicht seltenen Erscheinungen. Wo dergleichen Störungen durch Basalte oder Phonolithe bewirkt worden sind, welche die Braunkohlenformation durchbrochen haben, wie in Böhmen, in der Lausitz und in Hessen, da erscheint auch die Braunkohle selbst, im Contacte mit diesen Gesteinen, oft auffallend verändert, in einem anthracit- oder kokähnlichem Zustande.

Einige Beispiele für solche Umwandlung der Braunkohle sind bereits im ersten Bande S. 776 und 777 angeführt worden. Was aber die, selbst im Gebiete des nordteutschen Tieflandes vorkommenden Störungen des Schichtenbaus betrifft, so sind wir über solche noch kürzlich durch Plettner, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg, belehrt worden. Nirgends, sagt er, ist dort die Formation in ungestörter horizontaler Lagerung angetroffen worden; überall sind die Schichten so stark geneigt, wie sie ursprünglich nicht gebildet worden sein können. Das Fallen der Kohlenflötze beträgt gewöhnlich zwischen 20 und 50°, steigt mitunter bis 80 und 90°, und überschreitet sogar diese Gränze, indem an einigen Punkten offenbar Ueberkippungen Statt gefunden haben. Die Schichten bilden eine Menge von Satteln und Mulden, welche unter sich einen constanten Parallelismus des Streichens von OSO. nach WSW. beobachten, und oft vielfach combinirt sind. Ganz gewöhnlich kommt es auch vor, dass die Flötze, zumal in der Nähe der Sattel- oder Muldenlinien, von Klüften durchsetzt werden, welche oft weithin dem Streichen parallel verlaufen, und fast immer von einer einseitigen Senkung begleitet werden. Diese Verwerfungsklüfte sind stets so scharf eingeschnitten, und zeigen so glatte und ebene Flächen, wie sie selbst in festen Gesteinen nur selten beobachtet werden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 460 f. Die Abhandlung ist reich an vielen höchst interessanten Thatsachen, welche diese allgemeinen Bemerkungen bestätigen.

Durch ihre organischen Ueberreste ist die nordteutsche Braunkohlenformation im Allgemeinen als eine miocäne Bildung charakterisirt. Zwar kommen thierische Ueberreste nicht häufig und namentlich marine Conchylien nur an wenigen Punkten vor; aber schon diese wenigen Vorkommnisse beweisen, dass die Bildung unserer Braunkohlenflötze gewiss nicht in die eocäne Periode fiel. Dieselbe Ansicht findet ihre Bestätigung in den zahlreichen Pflanzenresten, über welche neuerdings sehr schöne Arbeiten von Otto Weber und Göppert geliefert worden sind, indem sich jener die niederrheinische, dieser besonders die schlesische Braunkohlenformation zum Gegenstande seiner Forschungen wählte*). Und so dürfte denn die von Leopold von Buch auf das allgemeine Vorkommen gewisser Blattformen gegründete, und im Jahre 1851 ausgesprochene Ansicht vollkommen gerechtfertigt sein, dass die

*) Diese wichtigen Arbeiten befinden sich im zweiten Bande der von Dunker und v. Meyer herausgegebenen *Paläontographica*, 1852, S. 115 u. 257 ff. so wie in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. III, 391 ff., wo Weber die Resultate seiner grösseren Arbeit, und IV, 484 ff. wo Göppert eine Uebersicht der Braunkohlenflora des

meisten Braunkohlen des nördlichen Teutschland der miocänen oder älteren neogenen Periode angehören.

Einerseits gewähren die Braunkohlen der Wetterau, welche mit dem Litorinellenkalksteine verbunden sind, einen sicheren Anhaltungspunkt für die Beurtheilung des Alters der niederrheinischen Braunkohlenformation, in deren Hornsteinschichten bei Muffendorf *Litorinella acuta*, *Limnaeus subpalustris*, *Planorbis pseudammonius*, *Pl. declivis* und *Cypris angusta*, so wie in anderen Schichten viele Ueberreste von Fischen und Reptilien gefunden worden sind. v. Dechen, a. a. O. S. 213 f. Weiter östlich sind aber auch über den Braunkohlen vielorts marine Schichten, nämlich die sogenannten Septarienthone von Hermsdorf, Buckow, Burg, Walle unweit Celle, der Stettiner Sand, der Sand von Leipzig nachgewiesen worden, in welchen lauter solche Conchylien vorkommen, die entschieden auf die miocäne Periode verweisen, für welche auch die von Kuh in der Gyps- und Mergelbildung bei Czernitz gefundenen Fossilien sprechen. Für die böhmische Braunkohlenformation aber ist Reuss durch seine paläontologischen Untersuchungen auf das Resultat geführt worden, dass solche als eine mit der Wiener Formation gleichzeitige Bildung, als das limnische Aequivalent derselben anzusehen sei. Paläontographica, II, S. 15, und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 50.

Von 146 Pflanzenformen, welche Otto Weber in dem niederrheinischen Braunkohlenbassin bestimmte, entsprechen nur 26 einem tropischen, alle übrigen einem subtropischen oder gemässigten Klima; einige an vielen Fundorten vorkommende, oder auch an einzelnen Fundorten besonders reichlich angehäufte Species sind:

Libocedrites salicornioides Endl.	*Dombeyopsis Dechenii Web.*
Cupressites Brongniarti Göpp.	*Acer trilobatum Braun*
Taxites Langsdorfii Brong.	*. . . vitifolium Braun*
Quercus grandidentata Ung.	*Malpighiastrum lanceolatum Ung.*
. lonchitis Ung.	*Dodonaea prisca Web.*
Carpinus macroptera Brong.	*Ilex dubia Web.*
Liquidambar europaeum Brong.	*Rhamnus Dechenii Web.*
Laurus primigenia Ung.	*Ceanothus polymorphus Braun*
Daphnogene cinnamomifolia Ung.	*. lanceolatus Ung.*
Nyssa rugosa Web.	*Juglans acuminata Braun*
Echitonium Sophiae Web.	*. elaenoides Ung.*
Apocynophyllum lanceolatum U.	*Rhus Noeggerathii Web.*
Chrysophyllum nervosissimum W.	*Combretum europaeum Web.*
Bumelia Oreadum Ung.	*Gleditschia gracillima Web.*

Von 184 Species, welche Göppert in der Braunkohlenformation des nordöstlichen Teutschland nachwies, und unter denen sich nicht weniger als 130 an einem einzigen Fundorte, nämlich bei Schossnitz unweit Kanth, in

nordöstlichen Teutschland mittheilt. In dem genannten Bande der Paläontographica stehen auch wichtige, hierher gehörige Abhandlungen von Reuss und Hermann v. Meyer, über die fossilen Thierreste der Süsswassergebilde des nördlichen Böhmens.

Schlesien fanden, sind freilich nur wenige identisch mit denen des niederrheinischen Bassins; alle aber verkünden ein fast subtropisches Klima und eine solche Flora, wie sie jetzt etwa der südliche Theil der vereinigten Staaten und das nördliche Mexico besitzen. Eben so bemerkt Reuss von der Flora der böhmischen Braunkohlenformation, dass solche den Habitus theils der Küstenflora des Mittelmeeres, theils auch nordamerikanischer Formen zeigt.

Ein besonderes Interesse gewinnen die Hölzer, aus welchen die Braunkohle grossentheils besteht oder entstanden ist. Sie lassen ihre Structur meist noch sehr deutlich erkennen, und stammen nach Göppert hauptsächlich von Coniferen, z. B. von *Pinites protolarix*, *P. ponderosus*, *Taxites Aykii*, *T. ponderosus*, *Cupressinoxylon leptotichum*, überhaupt oft ganz vorwaltend von Cypressen; was allerdings sehr merkwürdig ist, weil die in den Sandsteinen, Schieferthonen und schieferigen Braunkohlen so zahlreichen Blätter grösstentheils von Laubhölzern herrühren. Diese zu Braunkohle oder auch nur zu bituminösem Holze umgewandelten Holzreste erscheinen oft als mehr oder weniger grosse Stammtheile, welche in liegender Stellung regellos über einander gehäuft, und mehr oder weniger breit gedrückt sind. Im Allgemeinen dürfte alles Material der Braunkohlenflötze durch Zuschwemmung geliefert worden, und nur in seltenen Fällen an Ort und Stelle gewachsen sein.

Selten kommen auch aufrechte Stammtheile mit noch ansitzenden Wurzelstöcken vor. Nöggerath beschrieb schon vor längerer Zeit ein paar solcher Stämme von Friesdorf bei Bonn, deren einer 7, der andere 11 Fuss dick war, und später ist ebendaselbst einer von 12 Fuss Durchmesser gefunden worden. Auf der Grube Bleibtreu am Siebengebirge entdeckte man nicht weniger als 35 aufrechtstehende Stämme, von denen die stärksten 9 Fuss im Durchmesser hatten; v. Dechen a. a. O. S. 223; ja Hartig fand daselbst einen 11 Fuss dicken Stamm, dessen Jahresringe durchschnittlich $^1/_{47}$ Zoll dick waren, so dass dieser, dem Genus *Campoxylon* angehörige Cypressenbaum mindestens 3000 Jahr gelebt haben musste; Botan. Zeitung, 1853, S. 604.

Weit seltener als verkohlte Stämme finden sich verkieselte, d. h. theils durch Hornstein oder krystallinischen Quarz, theils durch Opal petrificirte Stämme; auch kommen bisweilen solche vor, die halb verkohlt und halb verkieselt sind, wie sie Hausmann von Grossalmerode in Hessen beschrieb. Durch Eisenkies oder auch durch Brauneisenerz vererzte Stammtheile und Holzstücke sind nicht selten.

Drittes Kapitel.

§. 444. *Die Molasse-Formation.*

Indem wir uns noch zur Betrachtung einiger jüngeren neogenen Formationen wenden, lassen wir die der Molasseformation vorangehen, weil solche insofern einen Uebergang aus den miocänen in die pliocänen Bildungen darstellt, wiefern sie zwar ihrem hauptsächlichen Bestande

nach als eine miocäne Formation charakterisirt ist, in ihren obersten Gliedern aber schon mehr den Charakter einer pliocänen Bildung trägt.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls müssen wir eine neogene Formation in jenem mächtigen Schichtensysteme anerkennen, welches das Berg- und Hügelland zwischen den Alpen und dem Jura zusammensetzt, im Jorat 2850, im Rigi 5480 Fuss hoch aufragt, und gewöhnlich unter dem Namen der Molasse-Formation aufgeführt wird. Sie besteht wesentlich aus mancherlei Sandsteinen oder der sogenannten Molasse, aus Conglomeraten oder der sogenannten Nagelfluh, und aus Kalkstein; Pechkohle und Gyps sind die wichtigsten untergeordneten Materialien*).

1. Die Sandsteine oder Molassen treten in mancherlei Varietäten auf, welche theils räumlich gesondert, theils aber auch in denselben Gegenden abgelagert, und durch Gesteins-Uebergänge, oft auch durch Wechsellagerung mit einander verbunden sind.

Studer unterscheidet besonders folgende Varietäten.

a. Gemeine Molasse. Ein polygener Sandstein, welcher aus Körnern von Quarz, Kieselschiefer, Feldspath u. a. Mineralien und aus einem feinsandigen Mergelcäment besteht, welchem auch weisse Glimmerschuppen und grünlichschwarze Punkte (von Glaukonit?) beigemengt sind. Im frischen Zustande ist er meist blaulichgrau, und oft täuschend ähnlich einer körnigen Grauwacke, von welcher er sich jedoch durch seine leichte Zersprengbarkeit und dadurch unterscheidet, dass er mit Säuren stark aufbraust und bald zerfällt. Diese gemeine Molasse umschliesst zuweilen Knollen von Eisenkies oder Fragmente von Pechkohle, ist meist regelmässig in 3 bis 4 Fuss mächtige Bänke geschichtet, und findet sich ausgezeichnet in der Gegend von Lausanne, Freiburg, Bern und Luzern.

b. Dichte Molasse. Sie erscheint besonders in der Nähe der Alpen, ist fester, zerfällt in Säuren nur schwierig, und zeigt plattenförmige Schichtung, wie bei Luzern. Die meisten Varietäten sind ganz dicht, von grossmuscheligem Bruche, dunkel blaulichgrau oder bräunlichgrau bis lauchgrün, dünnschichtig, oft rhomboëdrisch zerklüftet, und auf den Klüften mit Kalkspath erfüllt. Auf den Schichtungsfugen und Spaltungsflächen bemerkt man oft braunen oder schwarzen Pflanzenstaub, wohl auch deutliche Pflanzenstängel. Diese Molasse wechselt oft mit Nagelfluh oder auch mit kirschrothen sandigen Mergeln.

c. Mergelige Molasse. Im Gebiete der gemeinen Molasse und mit ihr abwechselnd erscheinen, besonders nach dem Jura hin, oft bunte, zumal rothe und blaue gelb gefleckte Mergel, welche an vielen Punkten schmale Lager von Pechkohle, in der Gegend von Genf auch Lager und Stöcke von Gyps umschliessen.

*) Wir entlehnen die folgende Schilderung aus Studer's reichhaltigem Werke, Geologie der Schweiz, II, S. 345—470. Dass die kohlenführende Molasse am Fusse der baierschen Alpen zu derselben Formation gehört, diess bewies Schafhäutl im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 681 ff. und 1848, S. 641 ff.

d. Knauer-Molasse. Sie findet sich besonders in den inneren Thälern des Jura, in Begleitung der mergeligen Molasse, und besteht aus lockerem Sande, welcher feste, seltsam gestaltete, knollige und wurzelähnliche Knauer oder Concretionen umschliesst, die oft lagenweise geordnet sind, und theils aus grobkörnigem Sandstein, theils aus dichtem grauem Kieselkalk, theils aus festem Mergelsandstein bestehen.

e. Muschelsandstein. Feste Sandsteine und Conglomerate, welche zahlreiche, oft zerbrochene Schalen mariner Conchylien, auch einzelne Lamnazähne und Knochenfragmente einschliessen. Die gewöhnlichen Varietäten sind hellbraun bis bräunlichweiss, bei vielem Thongehalte auch graulichblau, oder graulichgrün, indem sie oft von grünlichen Membranen oder von erbsengrossen Körnern eines grünen dichten Minerals erfüllt sind. Die Muscheltrümmer verdrängen oft streifenweise den Sandstein; auch kommen mit Kalkspath erfüllte Hohlräume von Gasteropoden vor. Bisweilen erscheint das Gestein als ein Conglomerat aus nussgrossen Geröllen von Granit, Porphyr, Quarz und Kieselschiefer, mit einem von Muschelschutt und Sand gebildeten Cämente.

2. Nagelfluh. So nennt man in der Schweiz die groben Conglomerate der Molasseformation, deren Gerölle durch ein, meist sehr sparsames polygenes Sandsteincäment, bisweilen auch durch sandigen Mergel verkittet sind. Die Gerölle sind vollkommen abgerundet, gewöhnlich ei- bis faustgross, und zeigen nicht selten die merkwürdige Erscheinung, dass die härteren in den weicheren Eindrücke gebildet haben (I, 449).

Studer unterscheidet besonders zwei Varietäten der Nagelfluh.

a. Bunte oder polygene Nagelfluh. Bunte Nagelfluh nennt Studer diejenigen Varietäten, deren Gerölle von mancherlei sehr verschiedenen Silicatgesteinen, von Quarzit, Glimmerschiefer, Gneiss, Granit, Hornblendschiefer, Porphyr, Serpentin, Gabbro u. s. w. geliefert worden sind. Mit Ausnahme der selten vorkommenden alpinischen Kalksteine, Gneisse und Glimmerschiefer sind alle diese Steinarten den Alpen fremd. Da nun ihre Gerölle nicht füglich aus dem Schwarzwalde hergeleitet werden können, so muss man wohl mit Studer annehmen, dass die betreffenden Gesteine früher am Nordrande der Alpen (so wie noch gegenwärtig am Südrande) anstehend vorhanden waren, das Material zu diesen Conglomeraten lieferten, und später durch eine, bei der Ueberschiebung der Kalkgebirge erfolgte Senkung von der Oberfläche verschwanden.

Diese polygene Nagelfluh zieht sich besonders am Nordrande der Alpen hin, wo sie zu bedeutenden Bergen aufsteigt, während sie am Jura nur wenig verbreitet und auch nicht als festes Conglomerat, sondern als loses Gestein, als blose Geröllmasse ausgebildet ist.

b. Kalknagelfluh. Sie besteht vorwaltend aus Kalkstein- und Sandsteingeröllen, welche theils dunkelfarbig sind und dann aus den Alpen stammen, wie im Entlebuch, am Rigi und Rossberge, bei Stein in Toggenburg, theils den hellfarbigen Kalksteinen des Jura angehören, wie im Jura von Bern, Solothurn, Basel, Aargau und Zürich; Studer unterscheidet diese beiden Varietäten nach ihrer Position als subalpine und jurassische Kalknagelfluh.

3. Kalkstein. Derselbe erscheint im Vergleich zu der Molasse und Nagelfluh nur als ein sehr untergeordnetes Glied der ganzen Formation, und ist wesentlich als mariner und als limnischer Kalkstein zu unterscheiden.

a. Mariner Kalkstein. Braun bis weiss, dicht oder poros, fest, von unebenem Bruche, mit einzelnen Körnchen von Quarz und Kalkspath; die Conchylien sind meist nur als Steinkerne und Abdrücke vorhanden, doch die Hohlräume der Schalen oft mit Kalkspath erfüllt. Dieser Kalkstein ist auf die nördlichen Thäler des Jura von Bern, Solothurn und Basel beschränkt.

b. Limnischer Kalkstein. Dahin gehören die grauen oder braunen, bituminösen, zähen und schwer spaltbaren, aber an der Luft zerfallenden Kalksteine von Boudry, Oulens und Genf; dann die graulichweissen, mergeligen, weichen, nach unten mit dunkelgrauen Hornstein- und Menilitknollen versehenen Kalksteine von Locle, welche Leopold v. Buch zuerst beschrieb; auch mancherlei andere Kalksteine von Lachauxdefonds, Laufen, Delémont, Lörrach u. s. w. und endlich der wegen seiner vielen organischen Ueberreste berühmte Kalkstein von Oeningen.

Die Molasseformation zeigt in ihren beiden Hauptgliedern gewöhnlich die Lagerungsfolge, dass die eigentliche Molasse die untere, die Nagelfluh die obere Etage bildet, obgleich auch eine Wechsellagerung beider Gesteine und im Allgemeinen eine Auskeilung der Nagelfluh von Süden nach Norden hin Statt findet; wie denn überhaupt die ganze Formation vom Jura gegen die Alpen hin eine fortwährende und sehr bedeutende Zunahme ihrer Mächtigkeit erkennen lässt, so dass sie z. B. im Thale von Delémont nur 200 bis 250, am Rigi aber mindestens 4000 Fuss mächtig ist.

„Das Anwachsen dieser Trümmerbildungen zu einer so ungewöhnlichen Mächtigkeit setzt einen eben so tiefen, längs dem Rande der Alpen hinlaufenden und vom Wasser bedeckten Abgrund voraus, der von Sand und Geröllen allmälig ausgefüllt worden sein muss. Der Ursprung dieser Gerölle kann nur in einer Brandung gesucht werden; die Anhäufung so grober Kiesel längs dem Gebirge, und das Auskeilen der Nagelfluh in der Molusse bei zunehmender Entfernung von demselben, verräth eine Küstenbildung. Jener tiefe Abgrund kann auf einmal, bei einer früheren Hebung der Alpen entstanden sein; es kann aber auch, während der Ablagerung der Nagelfluh, ihre Grundlage, zunächst an den Alpen, eine anhaltende langsame Senkung erlitten haben, und diese letztere Annahme ist wohl die wahrscheinlichere. Jedenfalls müssen, zur Zeit dieser Ablagerung, die Alpen über das Meer erhöht gewesen sein, weil die Molasse nicht in ihr Inneres eingedrungen ist.“ Studer, a. a. O. S. 373.

Was nun die Lagerung dieser interessanten Formation betrifft, so lässt sie in ihrer subalpinen Zone, also dort, wo sie in grösster Mächtigkeit und mit vorwaltenden Conglomeraten dem nördlichen Rande der

Alpen unmittelbar vorliegt, eine der wunderbarsten Erscheinungen wahrnehmen, in welcher sich uns die Wirkung jener gewaltigen Kräfte offenbart, die bei der letzten Erhebung der Alpen in Thätigkeit gewesen sind. Während nämlich die Molasseformation in grösserer Entfernung von den Alpen ziemlich horizontal gelagert ist, so zeigt sie in dem Abstande von einer bis anderthalb Meile auffallend gestörte Lagerungsformen, welche meist auf eine Sattelbildung oder eine antikline Zone zurückzuführen sind, bis sie endlich am Fusse der Kalkalpen unter die Massen der letzteren einschiesst. Hieraus folgt denn, dass durch die, bei der letzten Erhebung der Alpen von ihrer Axe ausgehende Lateralpressung nicht nur eine Faltung und Stauchung der Molasseformation, sondern auch zugleich eine Ueberschiebung der Kalkalpen verursacht worden sein muss.

Diese höchst merkwürdige Erscheinung ist durch die ganze Schweiz, von Savoien bis nach Appenzell, unter mancherlei verschiedenen Formen, aber im Allgemeinen doch immer in der angedeuteten Weise zu beobachten. Aber auch am Jura kommen ähnliche, wenn auch in kleinerem Maassstabe ausgebildete Verhältnisse vor, welche beweisen, dass die letzte Hebung auch dieser Gebirgskette erst nach der Bildung der Molasse eingetreten sein kann. Wir verweisen den Leser auf die interessante Zusammenstellung der hierher gehörigen Thatsachen, welche Studer a. a. O. S. 374—393 mitgetheilt hat.

Durch ihre organischen Ueberreste wird die Molasseformation als ein Schichtensystem charakterisirt, welches theils in einem Süsswassersee, theils im Meerwasser oder Brackwasser gebildet worden ist, weshalb denn zuvörderst limnische und marine Etagen zu unterscheiden sind. Eine genauere Vergleichung ihrer Fauna und Flora mit denen anderer Territorien lehrt aber, dass sie in der Hauptsache mit den Schichten des Mainzer und Wiener Bassins von gleichem Alter ist, während sie nach oben in noch neuere Bildungen übergeht.

Im Jura ist eine untere, marine, und eine obere, limnische Etage zu unterscheiden, welche jedoch beide nicht überall zugleich vorhanden sind, und da, wo diess der Fall ist, allmälig in einander übergehen. Die marine Etage besteht wesentlich aus bunter, mergeliger Molasse mit eingelagertem Kalkstein, und darüber aus gemeiner Molasse und Muschelsandstein; die limnische Etage besteht aus Mergelmolasse und darüber aus Süsswasserkalk, der mitunter von knochenführendem Mergel bedeckt wird. — Petrefacten finden sich in der marinen Etage mehrorts sehr zahlreich, sowohl in den Mergeln, als im Kalksteine; besonders häufig sind Rippen und Zähne von *Halianassa*, Zähne von *Lamna*, *Carcharias*, *Galeus*, und Austern; der Kalkstein hält Steinkerne von *Pectunculus* und *Natica gigantea*, der Mergel Lucinen und Cerithien. Ganz vorzüglich verbreitet sind *Terebratula grandis*, *Ostrea Collinii*, *O. crispata*, *Pectunculus crassus*, *Pholadomya pectinata*, *Corbula pisum*, *Cerithium plicatum*, *Lamna cuspidata*, *Halianassa Studeri*. Die grosse

Analogie zwischen diesen und den Bildungen des Mainzer Bassins wird noch dadurch gesteigert, dass auch hier auf eine marine, eine brackische und dann eine limnische Bildung folgt, deren organische Ueberreste uns noch in den obersten Mergeln von Lachauxdefonds die für jenes Bassin so bezeichnenden Formen des *Dinotherium giganteum* und *Rhinoceros incisivus* vorführen.

Im Mittellande, zwischen dem Jura und den Alpen, erscheint dagegen die tiefste Etage der Molasse wesentlich als eine Süsswasserbildung mit Pechkohle; über derselben liegen beiderseits, doch nur selten in grösserem Abstande von beiden Gebirgen, marine Bildungen, die in der Nähe des Jura als Muschelsandstein, gegen die Alpen hin mehr mit einer Schlammfacies ausgebildet sind. Die oberen Theile der Hügel der westlichen Schweiz bestehen aus diesen marinen Ablagerungen; in der mittleren und östlichen Schweiz aber folgt über ihnen noch eine obere Süsswasserbildung, die ebenfalls Pechkohle führt (Käpfnach), und auch den Kalkstein von Oeningen begreift.

Die untere Süsswasser-Etage des Mittellandes scheint nun, ihren organischen Ueberresten zufolge, der oberen Etage des Jura zu entsprechen, wie namentlich die Knochen von Säugethieren lehren, welche alle auch in den Ablagerungen des Rheinthales und des Mainzer Bassins vorkommen. Die marine Molasse des Mittellandes, welche in eine subjurassische und eine subalpine Zone unterschieden wird, ist nach denen von Carl Mayer bestimmten Conchylien wohl etwas jünger, als die marine Molasse des Jura, wie diess ja auch aus ihrer Lagerung folgt. Sie dürfte nach Studer als eine untere pliocäne Bildung gelten, weil unter 218 von Mayer bestimmten Species 125, oder 57 Procent, lebende enthalten sind. Die obere Süsswasserbildung mag wohl noch in dieselbe Periode gehören. — Die zahlreichen Fossilien von Oeningen sind grossentheils eigenthümlich, und bieten nur wenige Anhaltspuncte zur Vergleichung mit anderen tertiären Formationen; die dort vorkommenden Wirbelthiere sind von Agassiz und Hermann v. Meyer, die Insecten, unter denen sich nicht weniger als 30 Species Ameisen befinden, von Oswald Heer, und die Pflanzen von Alexander Braun und von Heer genauer bestimmt worden.

§. 445. *Crag von Suffolk, Subapenninenformation.*

Der Crag von Suffolk*) und Essex bildet eine der pliocänen Ablagerungen Englands. Man unterscheidet in ihr zwei Etagen, den corallinen Crag und den rothen Crag. Der erstere hat seine bedeutendste Ausdehnung zwischen den Flüssen Alde und Stour, und ist ein weisses, kalkiges und mergeliges, mit Conchylien und kleinen Korallen erfülltes Gebilde von meist nur 20 Fuss Mächtigkeit, welches auch stellenweise, wie bei Sudbourn unweit Oxford, als ein weicher Baustein gebrochen wird. Der rothe Crag besteht aus eisenschüssigem, daher rothbraunem

*) Crag nennt man im südlichen England besonders diejenigen Massen von Muschelsand, welche zum Kalken der Felder brauchbar sind.

oder gelbem Quarzsand von 40 Fuss Mächtigkeit, mit Conchylien, die meist abgerollt oder zerbrochen sind. Bei Ipswich, wo beide Etagen über einander liegen, sieht man deutlich, dass der coralline Crag vor der Ablagerung des rothen Crags schon einer bedeutenden Zerstörung und Abtragung unterworfen gewesen ist. Aus jenem kennt man 345, aus diesem 230 Species von organischen Ueberresten, nämlich Korallen, Conchylien, Echiniden und Fischen, von welchen jedoch 150 Species beiden gemeinschaftlich angehören. Da der coralline Crag ungefähr 60, der rothe Crag aber 70 Procent von noch lebenden Species enthält, so folgt, dass beide nur der pliocänen Periode angehören können.

Wesentlich verschieden ist der Crag von Norwich in Norfolk, eine noch neuere, fluviomarine Bildung, welche besonders an beiden Ufern des Yare unmittelbar über der Kreide abgelagert ist, und aus Schichten von Sand, Letten und Geröll besteht, in denen marine und limnische Conchylien durch einander vorkommen. Darunter befinden sich viele noch jetzt in der Nordsee lebende Species, als *Cardium edule*, *Cyprina islandica*, *Fusus striatus*, *Turritella terebra*, *Natica helicoides*, aber auch einige ausgestorbene Species, wie *Nucula Cobboldiae* und *Tellina obliqua*. Ueberhaupt sind nach Searles Wood in dieser Bildung 76 marine Species bekannt, unter denen sich 10 ausgestorbene befinden, während die mit ihnen vorkommenden 14 Species von Süsswasserconchylien insgesammt noch lebende sind.

2. Subapenninen-Formation.

Die Apenninen selbst bestehen vorwaltend aus Schichten der Kreideformation und der Nummulitenformation. Allein zu beiden Seiten dieser Gebirgskette breiten sich neuere tertiäre Schichten aus, welche meist hügeliges Land bilden, und zuerst von Brocchi unter dem Namen der Subapenninen-Formation beschrieben worden sind. Obwohl nun spätere Beobachtungen gelehrt haben, dass sich unter denen damals von Brocchi zusammengefassten Schichten auch einerseits miocäne, und anderseits noch neuere tertiäre Bildungen befinden, so werden doch die in der Gegend von Parma, Castell'arquato, von Asti in Piemont und überhaupt in einem grossen Theile Oberitaliens verbreiteten Schichten als die eigentlichen Repräsentanten der pliocänen Formation betrachtet.

Diese weit über 1000 Fuss mächtige Subapenninen-Formation besteht wesentlich aus zwei Gliedern, aus einem unteren, welches vorwaltend von blauen Thonmergeln, und einem oberen Gliede, welches von gelbem Sande gebildet wird. Beide liegen ganz regelmässig über einander, und sind bald arm, bald sehr reich an organischen Ueberresten, zumal von

Conchylien, welche vortrefflich erhalten sind, und von unten nach oben eine Reihenfolge verschiedener Species erkennen lassen, ohne dass sich irgendwo ein bestimmter paläontologischer Horizont bemerkbar macht.

a. Subapenninische Mergel. Sie haben eine blaulichgraue bis schmutzig blaue oder braune Farbe, und bestehen aus Thon, feinem Quarzsand, zarten Glimmerschuppen und etwas kohlensaurem Kalke, daher sie gewöhnlich mit Säuren aufbrausen. Von accessorischen Bestandtheilen wird besonders Gyps erwähnt, welcher in einzelnen Krystallen und Krystallgruppen vorkommt; an einigen Punkten sind auch untergeordnete Lager von Gyps, so wie an anderen eben dergleichen von Braunkohle bekannt.

Diese Mergel sind meist weich und zerreiblich, selten von steinartiger Consistenz, und besitzen bald eine sehr ausgezeichnete, dünne und fast schieferige, bald eine undeutliche und mächtige Schichtung. Sie umschliessen oft sehr viele Conchylien, von denen weit über die Hälfte noch gegenwärtig lebenden Species angehören, welche aber jezt nur zum kleineren Theile im mittelländischen Meere angetroffen werden. Diese Conchylien sind sehr gut erhalten und meist calcinirt; doch zeigen manche Species noch ihren Perlmutterglanz und ihre ursprüngliche Farbe; ja bei einigen Arten von *Cyprina* und *Venus* ist sogar noch das Ligament erhalten.

Die subapenninischen Mergel treten oft an der Oberfläche zu Tage aus, während sie an anderen Punkten theils von dem gelben Sande, theils auch von vulcanischen Bildungen bedeckt werden. Sie bilden das wichtigste Glied der ganzen Formation, sind gewöhnlich viele hundert Fuss mächtig, und erreichen stellenweise selbst eine Mächtigkeit von 1500 bis 2000 Fuss.

b. Subapenninischer Sand. Dieses zweite Glied der Formation besteht wesentlich aus isabellgelbem, röthlichgelbem oder ockergelbem Sande, von theils sehr feinem, theils gröberem Korne; der feinere Sand ist meist lichter gefärbt und glimmerreich, der grobe Sand dunkler gefärbt und glimmerfrei. Obgleich Quarzsand vorwaltet, so ist ihm doch gewöhnlich so viel Kalk beigemengt, dass er oft mit Säuren braust; auch finden sich zuweilen innerhalb des Sandes knollige und andere seltsam gestaltete Concretionen von Sandstein, welche oft seitwärts an einander gränzen und zu durchbrochenen, unregelmässig undulirten Platten verbunden sind. In Toskana erscheinen die untersten Schichten dieser Sand-Ablagerung als ein Conglomerat aus Kalksteingeröllen und Sand, welches daselbst eine nicht unbedeutende Verbreitung erlangt, nach oben aber in den Sand übergeht. Auch dieses Glied enthält oft noch viele Conchylien, obgleich es im Allgemeinen nicht so reich daran ist, als die Mergel.

Die organischen Ueberreste gehören grossentheils denselben Species, welche auch in den miocänen Formationen bekannt sind, aus welchen ja, wie bereits erwähnt wurde, ein ganz allmäliger Uebergang bis in die oberen pliocänen Bildungen Statt findet. Ausser den sehr zahlreichen Conchylien kommen auch hier und da, wie z. B. bei Siena, viele Foraminiferen vor, welche zu förmlichen Schichten eines zoogenen Kalksandes angehäuft sind. Bronn führt in der neuesten Auflage der Lethäa besonders folgende Conchylien als bezeichnend für die Subapenninen-Formation auf.

Terebratula grandis
* *Ostrea edulis*
* *navicularis*
* *Pecten varius*
. . . . *cristatus*
* *maximus*
. . . . *scabrellus*
* *opercularis*
* *Lima inflata*
Perna Soldanii
* *Mytilus barbatus*
* *edulis*
Modiola sericea
* *Lithodomus lithophagus*
* *Chama gryphina*
* *Nucula margaritacea*
* *Pectunculus glycimeris*
* *pilosus*
* *Arca barbata*
* . . . *Noae*
* . . . *lactea*
* *Diplodonta lupinus*
* *Isocardia cor*
* *Cardium aculeatum*
* *papillosum*
Cytherea lincta
* *Venus chione*
. . . . *rugosa*
* *radiata*
* *Tellina ferroensis*
* *Solecurtus strigilatus*
* *coarctatus*
Corbula gibba
* *nucleus*
* *Mactra stultorum*
Panopaea Faujasii
* *Solen vagina*
* . . . *ensis*
Clavagella Brocchii
* *Fissurella graeca*
* *Pileopsis hungarica*
Solarium simplex
* *variegatum*
* *Turbo rugosus*
* *Trochus cingulatus*
* *crenulatus*
* *Trochus magus*
* *patulus*
* *Natica olla*
Ringicula buccinea
Pyramidella terebellata
* *Turritella communis*
. *quadricarinata*
* *Scalaria clathrus*
Actaeon semistriatus
Niso terebellum
Cuvieria astesana
Cerithium tricinctum
* *scabrum*
* *vulgatum*
* *Terebra duplicata*
. *pertusa*
Buccinum baccatum
* *mutabile*
* *neriteum*
. *prismaticum*
* *incrassatum*
* *Cassidaria echinophora*
Cassis texta
Dolium pomiforme
* *Cancellaria cancellata*
. *ampullacea*
* *varicosa*
Pleurotoma turricula
* *vulpecula*
* *Fusus lignarius*
Tritonium apenninicum
. *doliare*
* *Ranella reticularis*
* *Murex trunculus*
* *brandaris*
Typhis tetrapterus
Mitra ebenus
Conus Brocchii
. . . . *pelagicus*
. . . . *striatulus*
. . . . *Mercatii*
* *Chenopus pes pelecani*
* *Ovula spelta*
* *Cypraea pyrum*
* *europaea.*

Die mit einem * bezeichneten Species kommen noch lebend vor, die übrigen sind ausgestorben; das Verhältniss zwischen beiden ist das von 60 und

40 Procent. In gewissen tieferen Schichten Piemont's, welche von den bisher betrachteten mehrorts discordant überlagert werden, betragen die lebenden Species nur 28 Procent, daher sie wohl schon als miocän gelten müssen, obgleich sie ebenfalls von ähnlichen blauen Mergeln gebildet werden.

Neuere Tertiärbildung Siciliens.

Ausser der durch ihre Gyps-, Schwefel- und Steinsalz-Einlagerungen so interessanten tertiären Bildung, welche sich von Centorbi bis nach Cattolica, und vom Fusse des Eryx bis gegen Noto erstreckt, und deren von Daubeny wie von Lyell bereits erkannter Tertiärcharakter durch de Pinteville noch schärfer bestimmt worden ist, findet sich in Sicilien eine jüngere Tertiärformation, welche durch ihre grosse Verbreitung und Mächtigkeit für die geognostische Constitution dieser Insel eine ganz besondere Bedeutung gewinnt.

Diese Formation begleitet die ehemaligen Küstenränder der Insel. Bei Messina bildet sie am Abhange des Gneisses ein Vorland, welches etwa 700 Fuss hoch ansteigt; auf der Nordseite der Peloritanischen Kette steigt sie in einzelnen, rückständigen Lappen fast bis zu 1400 F. Höhe auf, wie bei Naso; in der Gegend von Palermo aber breitet sie sich zu einer nur 150 F. hohen Ebene am Fusse des Apenninenkalksteins aus. Viel bedeutender als an der Nordküste ist ihre Verbreitung an der West- und Südküste, von Trapani bis zum Capo Passaro. Dort lassen sich drei grosse Regionen unterscheiden. Die nordwestliche Region, von Trapani bis zum Capo Bianco, bildet ein niedriges Land am Fusse der Apenninenformation; die mittlere Region, von Girgenti bis Caltanisetta, stellt ein über 1000 F. aufsteigendes Plateau dar; die südöstliche Region erstreckt sich von Licata über Castrogiovanni und Caltagirone nach Syrakus und von dort bis zum Cap Passaro; sie zeigt in ihrem nördlichen Theile unterbrochene Lagerung, so dass viele kleine Plateaus wie Festungen aufragen. Hier ist auch die Formation am höchsten aufwärts gedrängt worden; denn bei Castrogiovanni erreicht sie fast 2900, bei Caltascibetta über 2400, und bei S. Filippo d'Argiro fast 2600 Par. Fuss Höhe; dabei liegen ihre Schichten grösstentheils ganz horizontal, so dass ihr Niveau die absolute Höhe der Erhebung bestimmt.

Diese Erhebung ist demnach in verschiedenen Gegenden sehr ungleichmässig gewesen; bei Castrogiovanni beträgt sie beinahe 3000, bei Caltanisetta nicht ganz 2200, bei Caltagirone 1900, bei Naso 1400, bei Girgenti 1000 und bei Palermo kaum 200 Fuss. Das ganze Land muss also der Bewegung gefolgt, und hier mehr, dort weniger aus der Tiefe des Meeres emporgestiegen sein.

Die Gesteine dieser Tertiärformation sind verschieden; Geröll und Conglomerat, Sand und kalkiger Sandstein, manchfaltige Varietäten von

Kalkstein, welcher bald sandig, bald rein, und entweder dicht und concretionär, oder fein poros und erdig-körnig ist, endlich auch Mergel und Thon oder sogenannte Creta. Der ganze südöstliche Theil der Insel wird von dem feinporigen, erdig-körnigem Kalksteine gebildet. Im Val di Noto, bei Militello, Palagonia, Buccheri und Vizzini sind der Formation auch Basalte und Palagonittuffe eingeschaltet, welche letztere in regelmässigen Schichten mit den fossilreichen Kalksteinen wechseln, und oft selbst sehr viele Conchylien umschliessen, während die Basalte ebenfalls in weit fortsetzenden Bänken oder Lagern auftreten*).

Die Conglomerate und Gerölle finden sich besonders ausgezeichnet in den Umgebungen der Peloritanischen Kette, und es ist merkwürdig, dass sich in ihnen die Conglomeratbildung der Apenninenformation wiederholt; dieselben Granitgeschiebe, wie in den Conglomeraten von Taormina und Francavilla finden sich auch bei Messina und Spadaforo im Granitsande; so auch die Porphyrgeschiebe. Bei Messina wechseln diese Conglomerate mit Thonschichten, welche Braunkohle enthalten. — In der Gegend von Catania sind Mergelthon und Thon (Creta) sehr verbreitet, welche dort kaum mit irgend anderen Gesteinen abwechseln. — Von Gesso bis Vittoria ist brauner, oft kalkiger Sand mit Muschelbreccie und mit schmalen concretionären Kalksteinlagen, oder mit theils cavernosem theils dichtem Kalkstein herrschend; so auch in der Gegend von Palermo. Bei Caltanisetta, Caltascibetta u. a. O. findet sich sandig-körniger, oder auch cavernoser weisser Kalkstein, welcher letztere oft nur Schalen und unregelmässige Bänke in braunem Sande bildet. — Sehr ausgezeichnet ist der dichte, feste Lumachellkalkstein von Trapani und vom Berge Eryx. — Der im südöstlichen Theile Siciliens herrschende Kalkstein von Syrakus ist licht gelblichweiss, erdig-körnig, weich, kreideähnlich, und oft so mächtig geschichtet, dass er ungeschichtet erscheint. Bei S. Elena unweit Augusta wird er dicht und oolithisch, wie denn überhaupt ein Wechsel des weichen Kalksteins mit Streifen und Nieren eines härteren Kalksteins häufig vorkommt. Bei Comiso ist der Kalkstein mit Bergöl, und bei Ragusa mit Asphalt durchzogen. Dieser Kalkstein von Syrakus bildet weit ausgedehnte Plateaus und Terrassen mit öder, unfruchtbarer Oberfläche, und mit tief eingeschnittenen Thälern, deren Gehänge senkrecht aus der ebenen Thalsohle aufsteigen. Bei der Weichheit des Gesteins sind in ihm häufig Grotten und Höhlen ausgearbeitet worden. — Zwischen Mellili und Lentini findet sich im Mergel Papierkohle oder Dysodil, mit Pflanzenresten und bituminösem Holze. Fr. Hoffmann, Geogn. Beobb. gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien, 1839, S. 503 ff.

Diese Tertiärformation ist, besonders in ihren Kalksteinen, oft ausserordentlich reich an organischen Ueberresten, während sie anderwärts

*) Von diesen interessanten Erscheinungen des Val di Noto gab Sartorius v. Waltershausen eine sehr lehrreiche Beschreibung in seiner Abhandlung über die submarinen vulcan. Ausbrüche des Val di Noto, 1846. Frühere Mittheilungen über dieselben Erscheinungen gab Fr. Hoffmann in Karstens Archiv, III, 1831, S. 391 ff.

recht arm daran erscheint. Philippi hat sich mit einer sehr genauen Untersuchung der Conchylien beschäftigt, aus welcher hervorgeht, dass sich unter ihnen überhaupt etwa 75 Procent von solchen Species befinden, welche noch gegenwärtig im sicilianischen Meere leben. Dabei ist jedoch an den einzelnen Localitäten das Verhältniss der ausgestorbenen und der noch jetzt lebenden Species so schwankend, dass man auf eine jede weitere Unterabtheilung der Formation nach diesen Procentzahlen verzichten muss.

Viele Species, sagt Philippi, welche noch jetzt im Meere um Sicilien sehr häufig leben, waren eben so zahlreich damals vorhanden; wie z. B.

Anomia ephippium	*Natica millepunctata*
Pecten Jacobaeus	*Buccinum mutabile*
. . . . *opercularis*	*Trochus crenulatus*
Arca nodulosa	 *striatus*
Pectunculus insubricus	*Cerithium lima*
Cardium echinatum	 *vulgatum*
. *tuberculatum*	*Chenopus pes pelecani*
Dentalium dentalis	*Cypraea coccinella*

Andere Species, welche jetzt an den dortigen Küsten selten vorkommen, finden sich häufig in den Tertiärschichten, namentlich *Venus radiata*, *Cytherea rugosa*, *Astarte incrassata*, *Cardita arcuata* und *Arca antiquata*. Noch andere, die gegenwärtig sehr gemein sind, fehlen gänzlich, oder gehören zu den grossen Seltenheiten.

Sartorius v. Waltershausen unterscheidet im südlichen Sicilien drei verschiedene Gruppen dieser neuen Tertiärformation, nämlich die Gruppe des Syrakuser Kalksteins, welche die älteste ist, die Gruppe des Kalktufs, des Mergels und der Muschelbreccie, und die Gruppe des Thones oder der Creta. Alle drei gehen durch manchfaltige Zwischenstufen in einander über, und die Bildung der beiden letzteren hat bis in die neueste Zeit fortgedauert. Zu der ersten Gruppe rechnet er die Gebirge von Chiaramonte, Licodia und Buccheri, welche sich 500 bis 600 Meter über das Meer erheben, und entschieden den Mittelpunkt der ganzen Formation darstellen. Der Kalkstein ist hier sehr dicht oder feinkörnig, hellgrau, weiss oder gelblich gefärbt, und äusserst arm an organischen Ueberresten. In anderen Gegenden der Syrakuser Formation treten diese Ueberreste schon häufiger auf, wie bei Ragusa, wo viele Fischzähne und Pectenschalen vorkommen. Endlich nehmen die Fossilien dermaassen überhand, dass gewisse Schichten fast ausschliesslich aus Muscheln bestehen. Das Gestein ist dann weniger dicht, zerfällt selbst an der Luft, und wechselt häufig mit Lagen eines bräunlichen, gelblichen oder grauen Kalktufs, der oft das Uebergewicht über den Kalkstein gewinnt, und allmälig in ihn übergeht. Dieser Kalktuf, der in der Nähe von Militello und Palagonia häufig, und auch bei Syrakus erscheint, ist feinkörnig, zerreiblich und mit zahllosen Conchylien erfüllt. Auch die weite Ebene von Fontanazza, unterhalb Chiaramonte, wird von einem ähnlichen Tuf oder Muschelmergel gebildet, in welchem viele Schalen von Pecten, Ostrea u. a. Conchylien vorkommen. Bei dem Cap Sta. Croce von Augusta wird die Kalksteinformation

unmittelbar von den Wellen des Meeres bespült; sie besteht daselbst aus Schalen des *Pecten Jacobaeus*, welche durch tufartigen Kalk und durch Muschelbreccie locker verbunden sind. Wie viel jünger und wie wesentlich verschieden diese Schichten von jenen bei Chiaramonte sind, diess kann selbst dem ungeübtesten Auge nicht entgehen, und man möchte glauben, dass ihre Fortbildung noch jetzt im Gange sei. Ueber die submarinen Ausbrüche des Val di Noto, S. 14 f.

Neue Tertiärbildung Südrusslands.

Dieselbe miocäne Formation, zu welcher die karpathische Steinsalzbildung gehört, lässt sich aus Galizien und der Moldau durch Volhynien, Podolien und Bessarabien verfolgen, und ist auch noch in der Krimm bekannt. Darüber breitet sich aber die jüngere Formation des Steppenkalksteins aus, welche von Bessarabien nach Osten hin eine ganz ausserordentliche Verbreitung gewinnt, und den Boden jenes grossen Tieflandes bildet, in dem der Caspisee und Aralsee gelegen sind.

Diese Formation beginnt mit blauem Mergel und Thon, welche mit gelbem Muschelkalktuf wechseln, der nach oben allein auftritt, und unabsehbare Flächen bildet; er besteht fast nur aus Conchylien, welche meist zerbrochen und durch ein sparsames Bindemittel verkittet sind. Alle diese theils marine, theils brackische Conchylien gehören denselben Species an, wie sie noch gegenwärtig im Caspisee leben. In der Krimm wird dieser Muschelkalktuf stellenweise, wie bei Kertsch und Theodosia, von unregelmässigen und zerstückelten, aber doch noch 10 bis 25 Meter mächtigen Ablagerungen eines harten, weissen, hellgrauen oder braunen Kalksteins bedeckt, welcher fast gänzlich aus *Eschara lapidosa Pallas* zusammengesetzt ist.

Die Steppe liegt bei Odessa etwa 180 Fuss hoch über dem Meere, und würde eine grosse, stetig ausgedehnte, horizontale Ebene sein, wenn nicht die leicht zerstörbaren Schichten des Muschelkalktufs zur Bildung vieler Racheln und Schluchten Veranlassung gäben. Dieser Kalkstein ist so weich, dass er mit der Axt und der Säge bearbeitet wird; man zersägt ihn daher in Quadersteine, aus welchen Odessa, Nikolajew, Sebastopol u. a. Städte der pontischen Steppe fast gänzlich erbaut sind. Er ist aber so locker, dass man mit einem Stocke ein Loch in ihn bohren kann, und so porös, dass 3 bis 4 Fuss dicke Wände den Wind durchlassen und wie ein Schwamm die Feuchtigkeit einsaugen. Daher sieht man in allen Städten und Dörfern neue Ruinen, und wenn die alten Griechen ihre pontischen Steppenstädte aus demselben Materiale erbauten, so ist es kein Wunder, dass die Ruinen derselben fast verschwunden sind. Kohl, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 752 f.

Das grosse vorweltliche Binnenmeer, auf dessen Grunde diese Formation gebildet wurde, muss grösser gewesen sein, als das jetzige mittelländische Meer, und ist von zwei Hebungen betroffen worden, von denen die erste noch einen bedeutenden See, so wie die zweite den Caspisee zurückliess. Am

Caspisee wie bei Odessa sind *Dreissena polymorpha*, *Cardium edule*, *C. rusticum* und andere Conchylien in unsaglicher Menge vorhanden. Die Formation gehört offenbar nach allen ihren Verhältnissen zu den jüngsten pliocänen Bildungen, gestattet kaum eine genaue Parallelisirung mit anderen, liegt aber entschieden auf miocänen Schichten, während sie sich in paläontologischer Hinsicht an die jetzige Fauna des Caspisees anschliesst. Das Wasser dieses Sees ist nach Göbel und Eichwald viel weniger salzig, als jenes des schwarzen Meeres, und der Mangel an eigentlichen pelagischen Fossilien macht es wahrscheinlich, dass auch das Wasser des ehemaligen weit grösseren Binnenmeeres wohl niemals so salzig gewesen ist, als das des Oceans. *The Geol. of Russia*, *p.* 298 f.

Fünfzehnter Abschnitt.

Vulcanische Formationen.

§. 445. *Einleitung.*

In die Zeit der tertiären Periode fallen zwei sehr wichtige eruptive Formationen, mit denen wir uns daher zunächst beschäftigen müssen. Es sind diess die Trachytformation und die Basaltformation, welche beide in vielen Gegenden einen so unzweifelhaften Zusammenhang mit Vulcanen und mit ächt vulcanischen Bildungen erkennen lassen, dass sie wohl mit allem Rechte in den Bereich der vulcanischen Formationen gezogen werden können, wenn sie auch in vielen anderen Gegenden unter solchen Verhältnissen auftreten, welche sie unabhängig von eigentlichen Vulcanen erscheinen lassen.

Diess Letztere ist z. B. der Fall mit den Trachyten des Siebengebirges und Ungarns, mit den Basalten und Phonolithen Böhmens, der Lausitz, der Rhön, des Vogelsberges, des Westerwaldes, Irlands u. s. w., weshalb auch Gutberlet den Basalt und den Phonolith als vulcanoidische Formationen von den eigentlichen vulcanischen Formationen unterscheidet. Allein in der Eifel, im Velay und Vivarais, am Cantal und Mont-Dore, auf den Canarischen Inseln, auf Java und in anderen Gegenden, da erscheinen theils die Basalte, theils die Trachyte in einer so innigen Verknüpfung mit wirklichen, erloschenen oder noch thätigen Vulcanen, dass man ihre Zugehörigkeit zu den vulcanischen Bildungen nicht wohl bezweifeln kann. Denn, wenn auch diese Vulcane oft nur als einfache Eruptionskegel, gleichsam als embryonische Vulcane (I, 149), oder auch als blose Erhebungskratere (I, 179 ff.) ausgebildet sind, so giebt doch das Vorkommen der Basalte und Trachyte in förmlichen Strömen, ihre Association mit Schlacken und Lapilli, und ihr wesentlicher Antheil an der Zusammensetzung jener Berge ein vollgiltiges Zeugniss für ihre Ausbildung durch ganz ähnliche Ursachen, wie sie noch gegenwärtig in jedem Vulcane in Wirksamkeit sind. Daher ist auch Burat der Ansicht, dass die Trachyte mit zu den vulcanischen Formationen gezogen werden müssen. *Description des*

terrains volcaniques de la France, *p*. XV ff. Ja, es ist bisweilen gar nicht möglich, eine scharfe Gränzlinie zwischen den trachytischen oder basaltischen, und den eigentlich vulcanischen Bildungen zu ziehen, indem diese letzteren oftmals mitten in dem Gebiete und mit allen Eigenschaften der ersteren zur Entwickelung gelangt sind.

Ueberhaupt beginnt mit den Trachyten und Basalten die grosse Reihe jener eruptiven Bildungen, welche mehr oder weniger durch die ganze tertiäre und quartäre Periode hindurch bis auf den heutigen Tag, bald hier, bald dort aus dem Erdinnern hervorgetreten sind, anfangs noch, eben so wie die älteren Eruptivgebilde, ohne an eigentliche Vulcane gebunden zu sein, bis sich später diese permanenten Canäle zwischen dem Innern und der Oberfläche unseres Planeten immer zahlreicher ausbildeten, und als perennirende Ausführungsschlünde für die eruptiven Materialien des Erdinnern eine immer grössere Bedeutung gewannen. Da es aber in der Hauptsache immer dieselben oder doch sehr ähnliche Materialien sind, welche hier früher, dort später zur Eruption gelangten, so haben sich seit der Eocänperiode trachytische wie basaltische Bildungen fast zu allen Zeiten dem Erdenschoosse entwunden, und so kann es uns nicht befremden, dass selbst manche der noch jetzt thätigen Vulcane unter ihren Producten Gesteine erkennen lassen, welche den älteren Trachyten oder Basalten sehr ähnlich sind.

Die neueren Untersuchungen von Bunsen über die chemische Zusammensetzung der trachytischen und basaltischen Gesteine, welche das merkwürdige Resultat ergaben, dass die verschiedensten Varietäten, ja dass sogar die verschiedenen Species derselben als innige Gemische zweier Grundmassen gedeutet werden können, von welchen die eine als normal-trachytische, die andere als normal-pyroxenische (oder normal-basaltische) Grundmasse bezeichnet worden ist; diese Untersuchungen haben auf die Ansicht geführt, dass seit dem Beginne der tertiären Periode bis auf den heutigen Tag grösstentheils nur zweierlei flüssiges Gesteinsmaterial aus dem Erdinnern geliefert worden, und dass die ganze Manchfaltigkeit der vulcanischen Gesteine in den schwankenden Mischungs-Verhältnissen dieser beiden Grundmassen bedingt sei.

Wenn sich diess aber wirklich so verhält, dann ergiebt sich von selbst die Folgerung, dass ganz scharfe Gränzlinien zwischen der Trachyt- und Basaltformation, und der neueren Lavaformation gar nicht vorauszusetzen sind. Denn diese letztere führt uns ja nur die jüngsten Erzeugnisse derselben eruptiven Thätigkeit vor, durch welche in den vorhergehenden Perioden, zwar unter etwas anderen Bedingungen, aber aus denselben Materialien die älteren Gesteine der Trachyt- und

Basaltformation geliefert worden sind. Auf dieselbe Folgerung gelangen wir aber auch, wenn wir von der Ansicht ausgehen, dass das in den Tiefen der Erde vorhandene Material, welches die Gesteine der Trachyt- und Basaltformation geliefert hat, von oben nach unten allmäligen Aenderungen seiner Beschaffenheit unterworfen ist, so dass zwischen der normaltrachytischen und normal-basaltischen Masse viele Mittelglieder liegen, deren Material die schwankenden Mischungsverhältnisse der entsprechenden Gesteine nothwendig bedingen würde.

Bunsen findet für diese zweierlei Grundmassen der vulcanischen Gesteine Islands im Mittel folgende Zusammensetzung:

normal-trachytische Masse		normal-basaltische Masse	
76,67	Kieselerde	48,77	Kieselerde
14,23	Thonerde und Eisenoxyd	30,16	Thonerde und Eisenoxyd
1,44	Kalkerde	11,87	Kalkerde
0,28	Magnesia	6,89	Magnesia
3,20	Kali	0,65	Kali
4,18	Natron	1,96	Natron
100,00		100,00	

Das Sauerstoffverhältniss der Kieselerde und der Basen ist:

für die normal-trachytische Masse = 3 : 0,596

für die normal-basaltische Masse = 3 : 1,998

Alle übrigen unveränderten Gesteine Islands zeigen eine solche Zusammensetzung, dass das Sauerstoffverhältniss zwischen 3 : 0,579 und 3 : 1,948 schwankt; sie sind daher als Verschmelzungsgebilde oder Gemische aus jenen beiden extremen Gliedern zu betrachten, woraus denn weiter folgt, dass es nur „zwei gesonderte grosse Heerde waren, die dort das Spiel der unterirdischen Thätigkeit unterhalten haben,“ und noch gegenwärtig unterhalten. Bunsen stellt nun noch Formeln auf, mittels welcher man aus dem bekannten Kieselerdegehalte eines gemischten Gesteins die Menge der in ihm enthaltenen normal-trachytischen und normal-basaltischen Grundmasse berechnen kann. Poggend. Ann. Bd. 83, 1851, S. 197 ff.

Bunsen und Streng haben diese Untersuchungen später über viele andere, theils neuere, theils ältere Eruptivgesteine ausgedehnt, und sind dabei immer auf das Resultat gelangt, dass deren Zusammensetzung eine Interpretation nach derselben Ansicht gestattet. Sogar die Granite, Porphyre und andere sehr alte Eruptivgesteine fügen sich dieser Interpretation, was eine grosse allgemeine Aehnlichkeit in der Elementar-Zusammensetzung der meisten eruptiven Gesteine beweist. Streng, Beitrag zur Theorie der vulcanischen Gesteinsbildung, und Poggend. Ann. Bd. 90.

Da es in der Hauptsache immer dieselbe Säure, nämlich Kieselsäure, ist, mit welcher immer dieselben Basen in mancherlei Verhältnissen verbunden sind, so muss sich wohl in den meisten Fällen eine solche Mischung aus zwei Grundmassen berechnen lassen, für deren eine fast 77, für deren andere nur 48 Procent Kieselerde vorausgesetzt werden. Allein ganz abgesehen von der wohl noch nicht hinreichend erwiesenen Folgerung, dass es

wirklich nur zwei dergleichen Grundmassen giebt, und dass es zwei gesonderte grosse Heerde waren, von welchen dieselben geliefert wurden, verdienen diese Untersuchungen die grösste Anerkennung und Aufmerksamkeit, weil sie nicht nur für die eigentlich vulcanischen, sondern auch für die älteren eruptiven Gesteine und selbst für die kryptogenen Gesteine zu den wichtigsten Folgerungen führen dürften.

Naturgemässer, d. h. mehr entsprechend unseren physikalischen Folgerungen über die wahrscheinliche Beschaffenheit des Erdinnern, möchte jedoch die Ansicht sein, welche Sartorius v. Waltershausen in seinem reichhaltigen und mit mathematischem Rigor behandelten Werke über die vulcanischen Gesteine Siciliens und Islands (1853) vertritt; die Ansicht nämlich, dass in den Tiefen der Erde eine allmälige Dichtigkeitszunahme und eine derselben entsprechende allmälige Aenderung der materiellen Beschaffenheit Statt finde; dass also eine stetige Reihe von verschiedenen feurigflüssigen Magmen oder Grundmassen vorhanden ist, innerhalb welcher die beiden von Bunsen aufgestellten Massen ein paar sehr weit aus einander liegende Glieder darstellen. Je nachdem das ausgestossene eruptive Material aus geringerer oder aus grösserer Tiefe stammt, würde es so oder anders zusammengesetzt sein, während sich meistentheils eine Berechnung seiner Zusammensetzung aus jenen beiden Grundmassen geltend machen lassen würde. Wir verweisen unsere Leser besonders auf den 12. und 13. Abschnitt dieses höchst beachtenswerthen Werkes.

Wenn also auch im Folgenden die Trachytformation, die Basaltformation und die Lavaformation als drei verschiedene Formationen aufgeführt und behandelt werden, so dürfen wir doch den gegenseitigen Zusammenhang und das häufige Ineinandergreifen derselben nicht aus dem Auge verlieren, dürfen es nicht vergessen, dass die Lavaformation nur die ausschliesslich von wirklichen Vulcanen gelieferten Producte begreift, unter denen sich auch viele trachytische und basaltische Gesteine befinden können, obgleich die bedeutendsten Eruptionen dieser Gesteine schon im Laufe der Tertiärperiode Statt gefunden haben, und die Trachyte im Allgemeinen den Basalten vorausgegangen sind.

Erstes Capitel.

Trachytformation.

§. 446. *Trachyte und Trachytporphyre.*

Die Trachytformation besteht wesentlich aus zweierlei verschiedenen Gesteinsgruppen, aus krystallinischen (z. Th. auch hyalinen) und aus klastischen Gesteinen. Zu jenen gehören die meisten der im ersten Bande Seite 621 bis 642 beschriebenen Gesteine, von welchen Trachyt, Phonolith und Trachytporphyr als die gewöhnlicheren, Perlit,

Obsidian und Bimsstein als die seltneren zu betrachten sind; zu den klastischen Gesteinen gehören besonders die trachytischen Conglomerate und Tuffe, so wie die ähnlichen aus Bimssteinschutt bestehenden Gesteine; (I, 709 f.). Der Phonolith sondert sich sowohl durch seine mineralische Zusammensetzung, als auch durch sein theils selbständiges, theils an Basaltregionen gebundenes Auftreten von den übrigen Gesteinen der Trachytformation ab.

Da die petrographischen Eigenschaften dieser Gesteine im ersten Bande geschildert worden sind, so haben wir es gegenwärtig nur noch mit ihren geotektonischen Verhältnissen zu thun.

1. Verhältnisse der eigentlichen Trachyte.

Die Trachyte zeigen verschiedene Lagerungsformen; gewöhnlich erscheinen sie in isolirten Bergen, welche über ihre Umgebungen auffallend emporragen, bisweilen eine sehr regelmässige, kuppelförmige oder domförmige Gestalt besitzen, oft eine reihenförmige oder gruppenförmige Anordnung zeigen, aber selbst dann, wenn sie zu einem einzigen Bergsysteme verbunden sind, noch dadurch eine gewisse Selbständigkeit beurkunden, dass gewöhnlich jeder einzelne Berg aus einer besonderen Trachyt-Varietät besteht.

So verhält es sich z. B. im Siebengebirge bei Bonn, so in den verschiedenen Trachytgruppen Ungarns, und in vielen anderen trachytischen Regionen; seltener kommt es vor, dass die zu einem Systeme gehörigen Berge eine auffallende Identität ihres Gesteins zeigen, wie diess mit dem Puy-de-Dôme und den übrigen vier aus Domit (I, 636) bestehenden Bergen der Fal ist. — Die meisten dieser Trachytberge sind wohl als ursprüngliche Kuppen (I, 939) zu betrachten, deren Masse an Ort und Stelle entweder unmittelbar aufgethürmt, oder auch durch Erhebung aufgetrieben worden ist.

Sehr nahe verwandt mit dem vorigen ist das bisweilige Vorkommen des Trachytes im Mittelpunkte von Krateren, deren Boden er entweder bildet, oder aus deren Grunde er als eine centrale Kuppe aufragt.

Ein paar ausgezeichnete Beispiele der Art kennt man in den phlegräischen Feldern bei Neapel, nämlich an der Solfatara, und an den Bergen von Camaldoli und Astroni; drei aus Bimssteintuff bestehende Kraterberge, deren Inneres aus Trachyt besteht, welcher im Berge von Camaldoli den ebenen Kraterboden von Pianura, im Berge von Astroni dagegen einen über 200 Fuss hohen Kegel bildet. Ein schönes Seitenstück zu der Pianura liefert die Caldera von Vandama auf der Insel Gran Canaria; ein kreisrunder, 1000 Fuss tiefer Krater, gebildet von ringsum nach aussen abfallenden Tuff- und Basaltschichten, während sein Boden aus Trachyt besteht.

Bisweilen erscheinen die Trachyte auch in der Form von Strömen

oder Decken, welche letztere, wenn sie mit trachytischen Tuff- und Conglomeratschichten wechseln, als mächtige Trachytlager erscheinen. Diese Arten des Vorkommens sind es insbesondere, durch welche die Trachyte mit der Lavaformation in Verbindung gebracht werden; auch nehmen dergleichen mächtige Trachytlager an der Zusammensetzung grosser Kraterberge, wie des Cantal und Mont-Dore in Centralfrankreich, einen wesentlichen Antheil.

So ist der dem Epomeo auf Ischia entflossene Lavastrom del Arso ein Trachytstrom, dessen Gestein manchen älteren Trachyten ganz ähnlich ist. Am Fusse der Solfatara bei Neapel hat sich der aus einer Spalte ausgeflossene Trachyt wie ein Strom über die Tuffschichten ergossen, und am Monte Olibano findet sich nach Abich gleichfalls ein unzweifelhafter, auf Tuffschichten gelagerter Trachytstrom. In den colossalen Krateren des Cantal und Mont-Dore wechseln mehrfach sehr mächtige lagerhafte Trachytgebilde mit trachytischen Conglomeraten und Tuffen. Lecoq ist sogar der Ansicht, dass sich die Trachyte des Mont-Dore und Puy-de-Dôme ursprünglich in weit ausgebreiteten Decken abgelagert haben. Viele Trachyt-Decken und Ströme des Cantal haben eine breccienartige Beschaffenheit, indem ihr Gestein aus eckigen Fragmenten von Trachyt besteht, welche durch Trachytmasse verbunden sind; sie stellen eruptive Reibungsbreccien dar, welche an manche Breccien und Conglomerate der Porphyre erinnern. Aehnliche Verhältnisse, wie am Cantal und Mont-Dore wiederholen sich nach Leopold v. Buch an dem Erhebungscircus, welcher den Pic von Teneriffa umgiebt; auch dieser besteht aus mächtigen Trachytdecken, die auf Tuff gelagert sind. Sehr ausgezeichnete Ströme von Trachyt finden sich am Mont-Dore; dort sieht man zwischen dem Puy-de-Cliergue und Puy-de-la-Grange fünf solcher Ströme, zwischen dem Capucin und dem Roc Courlande vier dergleichen. Diese Ströme sind vollkommen erhalten, und lassen sich ganz so verfolgen, wie neuere Lavaströme; ihr Gestein ist ein homogener, grauer Trachyt.

Der Trachyt erscheint auch nicht selten in Gängen, welche theils die Schichten der Trachyt- oder Basaltformation, theils auch die Schichten oder Gesteinsmassen anderer Formationen durchsetzen, bisweilen als Lagergänge ausgebildet, und insofern von Wichtigkeit sind, weil sie die aus unerreichbarer Tiefe heraufdringenden Wurzeln aller übrigen Lagerungsformen darstellen.

So kennt man im Siebengebirge vier Trachytgänge von 3 bis 20 Fuss Mächtigkeit, welche in den dortigen Trachytconglomeraten aufsetzen, und folglich beweisen, dass auch nach der Ablagerung dieser klastischen Gesteine abermals Eruptionen von Trachyt Statt gefunden haben müssen; v. Dechen, Geogn. Beschr. des Siebengeb. S. 125. Zehler giebt auch einen Trachytgang im Trachyt an. Auf der Insel Ischia setzen Trachytgänge im Bimssteintuff auf. Am Cantal gehören sie zu den häufigen Erscheinungen, und unterscheiden sich sehr auffallend durch ihre Farbe, ihre Structur, oft auch durch ihr mauerartiges Hervortreten von den sie einschliessenden Gesteinen. Bald treten sie sporadisch auf, wie in den Thälern der Jordanne, von Dienne und von Falgou;

bald erscheinen sie in grosser Menge nahe beisammen, wie am Fusse des Griou, und im Hochthale der Cère, welches von ihnen wimmelt. Sie haben verschiedene Richtungen, nähern sich aber meist der verticalen Lage, sind gewöhnlich 1 bis 3 Meter mächtig, und ihren Salbändern parallel plattenförmig, zuweilen auch prismatisch abgesondert. Einige derselben durchsetzen alle Gesteine, vom Fusse bis zum Gipfel der Berge; gewöhnlich aber verlieren sie sich in anderen, massigen Ablagerungen. *Burat, descr. des terrains volc. de la France centrale, p.* 71. Auch am Mont-Dore giebt es viele Trachytgänge, welche grösstentheils das ganze System durchsetzen, bisweilen auch sich auf der Oberfläche zu Decken ausbreiten; ihre Mächtigkeit beträgt 1 bis 25 und 30 Meter, und ihre Anzahl ist besonders an einigen Stellen sehr gross, wie im Val d'Enfer und im Hochthale der Dordogne. Auch mächtige Gangstöcke kommen vor; einer derselben bildet den dôme du Capucin; ein anderer, welcher durch sehr schöne säulenförmige Absonderung ausgezeichnet ist, liegt am Wege nach dem Cacadogne. *Burat*, a. a. O. S. 126 f.

Die Structur der Trachyte erscheint zwar im Allgemeinen massig und ungeschichtet; doch ist bisweilen eine bankförmige Absonderung vorhanden, welche einigermaassen an Schichtung erinnert, und in einzelnen Fällen die Merkwürdigkeit zeigt, dass sie der äusseren Form der betreffenden Trachytberge genau entspricht. Ausserdem kommt besonders säulenförmige, mitunter auch plattenförmige Absonderung vor, welche letztere meist ebenflächig, selten krummflächig ist.

Der Puy-de-Sarcoui in der Auvergne, dieser durch seine regelmässig glockenförmige Gestalt so ausgezeichnete Domitberg ist in deutliche Bänke oder mächtige Schichten abgesondert, welche in ihrer Form und Ausdehnung der Oberfläche des Berges folgen; (I, 950). Manche Trachyte Ungarns, wie z. B. diejenigen Varietäten, welche Beudant als *Trachyte porphyroide* und *T. semi-vitreux* aufführt, zeigen eine plattenförmige Absonderung, zuweilen so dünn, wie die Phonolithe, welchen überhaupt diese, eben so wie viele plattenförmige Trachyte Centralfrankreichs sehr ähnlich sein sollen. Die säulenförmige oder prismatische Absonderung kommt an manchen Trachyten in grosser Vollkommenheit vor; der aschgraue Trachyt am Gipfel des Mont-Dore zeigt sie so schön, wie man sie nur an Basalten zu sehen gewohnt ist. Im Ausgange des Baranco von Taganana auf Teneriffa sah Leopold v. Buch einen grauen Trachyt in prächtige Säulen zerspalten, welche ungefähr so wie die Basaltsäulen des Werregotsch bei Aussig nach oben büschelförmig divergiren. — Die eigenthümliche cylindrische oder spitzkegelförmige und schalige Absonderung des Trachytes am Stenzelberge im Siebengebirge wurde bereits im ersten Bande S. 948 erwähnt.

2. Verhältnisse der Trachytporphyre.

Die Trachytporphyre, deren petrographische Eigenschaften im ersten Bande S. 629 f. geschildert worden sind, scheinen in ganz ähnlichen Lagerungsformen aufzutreten, wie die Felsitporphyre und wie viele Tra-

chyte; doch sind ihre Verhältnisse nicht immer mit Sicherheit zu ermitteln, und im Allgemeinen noch wenig erforscht.

Auf den Ponza-Inseln sollen ihre Verhältnisse recht deutlich entblöst sein; dort sind es nach Abich mächtige gangförmige Gebirgsglieder, welche vertical aufsteigend und zu förmlichen kleinen Gebirgsketten entwickelt, lange Felsenkämme mit steilen Abstürzen bilden. Diese Massen setzen in einem weichen, fast zerreiblichen Gesteine auf, das bald wie Trachytconglomerat, bald wie Bimssteintuff erscheint. Das Ganggestein selbst ist theils schieferig, theils porphyrartig, prismatisch abgesondert und wird an seinen Gränzen stets von pechsteinartiger glasiger Masse eingefasst, deren bunte Färbung seltsam gegen das weisse Nebengestein absticht. — Auf den liparischen Inseln treten die Trachytporphyre nicht in Gängen, sondern mehr in stromähnlichen Ablagerungen auf. Im Allgemeinen aber sollen nach Abich die Trachytporphyre älter sein als die Trachyte. Am Monte Guardia auf Ponza durchbricht der Trachyt den Trachytporphyr, und breitet sich auf einer Tuff- und Geröllschicht als eine 240 F. mächtige Ablagerung aus.

In Ungarn, wo die Trachytporphyre in so grosser Manchfaltigkeit der Varietäten vorkommen, da lassen sich nach Beudant diese Varietäten gar nicht von einander trennen; sie bilden eine und dieselbe Masse, ohne irgend eine Abtheilung. Alles hängt stetig zusammen, und es findet nicht einmal eine Verschiedenheit der Lage Statt; denn die verschiedenen Varietäten kommen ohne Unterschied bald an der Oberfläche bald in der Tiefe vor, und sind dermaassen durch einander gemengt, dass es oft unmöglich ist, einen nur cubikmetergrossen Block zu finden, welcher durchaus dieselbe Beschaffenheit hätte. Dasselbe gilt auch von den beiden Arten der quarzfreien und quarzführenden Trachytporphyre, welche zwar räumlich gesondert sind, an ihren Gränzen aber so allmälig in einander übergehen, dass es nicht möglich ist, zu sagen, wo der eine aufhört und der andere beginnt; auch sie gehören einer und derselben Masse an, welche sich hier so, und dort anders ausbildete. — Ueber die Stellung dieser ungarischen Trachytporphyre bemerkt Beudant, dass sie allemal den Trachytbergen vorliegen, an welche sie sich dergestalt anlehnen, dass sie die Vorberge derselben bilden; diess ist sehr deutlich in der Gegend von Schemnitz zu beobachten, wo sie überhaupt am meisten entwickelt sind.

Auch in Mexico spielen die Trachytporphyre bei Tlalpujahua und Real del Monte eine wichtige Rolle; sie sind dort, wie in Ungarn, mit Perliten vergesellschaftet, aber nach ihren Lagerungsformen noch wenig bekannt.

Die Trachytporphyre zeigen ausser der gewöhnlichen, unregelmässig polyëdrischen Absonderung, auch wohl schichtenähnliche Absonderungen, wenn sie nämlich mit der eigenthümlichen Parallelstructur versehen sind, welche sie fast wie schieferige Gesteine erscheinen lässt. Auch prismatische Absondernng wird häufig an ihnen beobachtet.

Der Trachytporphyr der Insel Ponza ist so beständig in kleine, aber sehr regelmässige Prismen abgesondert, dass er von Poullet Scrope mit dem Namen *prismatic trachyte* belegt wurde. Man sieht sehr vollkommene, fünf- bis sechsseitige Prismen, welche nur einige Zoll stark sind; sie haben verschiedene Richtungen, und obwohl sie im Allgemeinen ziemlich vertical stehen, so

findet man doch auch büschelförmige oder bündelförmige Gruppen, welche bald horizontal bald geneigt liegen; die Axen der Säulen stehen aber stets rechtwinkelig auf den Gränzflächen der betreffenden Ablagerung. Auch auf der Insel Palmarola ist die Säulenbildung sehr schön entwickelt; an ihrer Nordküste sieht man prächtige Colonnaden von 100 bis 200 Fuss Höhe; dabei sind viele Säulen gegliedert, und die Brandung des Meeres hat Höhlen gebildet, welche an die Fingalshöhle erinnern. Uebrigens bemerkt Scrope ausdrücklich, dass die fein gestreifte oder schieferige Structur, welche diesen Porphyr auszeichnet, ganz ungestört durch diese Säulen hindurchsetzt, sie mögen eine Lage haben, welche es auch sei. Diess erinnert an die ähnliche Unabhängigkeit derselben Structur von der prismatischen Absonderung, wie sie so häufig in den Felsitporphyren beobachtet wird.

§. 447. *Phonolithe.*

Wenn auch die Phonolithe im Allgemeinen der Trachytformation zugerechnet werden müssen, und petrographisch mit den Trachyten weit enger als mit den Basalten verbunden sind, so beurkunden sie doch durch ihr sehr selbständiges Auftreten inmitten einiger Trachytregionen, und dadurch, dass sie weit häufiger mit Basalten, als mit eigentlichen Trachyten vergesellschaftet sind, eine solche Eigenthümlichkeit des Wesens, welche berechtigt, sie wenigstens als eine ganz besondere Abtheilung der Formation anzuerkennen.

Uebergänge aus dem Phonolith in wirkliche Trachyte werden häufig erwähnt; so gedenkt ihrer Burat aus dem Velay, wo im Thale Costebelle und an den Felsen von Roffiac die Phonolithe ganz allmälig in Trachyte verlaufen sollen. Reuss erklärt, dass sich in Böhmen eine ununterbrochene Stufenreihe aus dem Phonolithe bis in den Trachyt verfolgen lasse, und dass es dort viele Gesteine gebe, welche zwischen beiden mitten inne stehen; weshalb er sie bald Trachyt, bald trachytähnlichen Phonolith nennt; Cotta hebt ähnliche Gesteine im Gebiete seines Untersuchungsfeldes als solche hervor, welche man kaum Phonolith nennen würde, wenn sie nicht mit den gewöhnlichen Varietäten durch Uebergänge verbunden wären. Es sind diess wohl dieselben Gesteine, welche später auch in der Rhön von Gutberlet als eine jüngere Gruppe der dortigen Phonolithe erkannt, und wegen ihrer porösen, rauhen und trachytähnlichen Beschaffenheit als trachytische Phonolithe bezeichnet wurden. Indessen unterscheiden sich diese, durch ihre meist hellgraue, erdige und rauhe Grundmasse allerdings trachytähnlichen Phonolithe Böhmens, der Lausitz und der Rhön besonders dadurch von den eigentlichen Trachyten, dass sie meist einen grossen Reichthum von zeolithischen Mineralien umschliessen, welche auf Klüften und in Blasenräumen oft in prächtigen Drusen ausgebildet, aber auch in der Grundmasse selbst vertheilt sind. Dieselben trachytähnlichen Varietäten kommen nach Theobald auch in der Gruppe des Mezenc vor.

Indem wir wegen der petrographischen Eigenschaften der Phonolithe auf dasjenige verweisen, was im ersten Bande S. 637 ff. gesagt worden

ist, so wenden wir uns jetzt zur Betrachtung ihrer geotektonischen Verhältnisse*).

Die Phonolithe stimmen in ihren Lagerungsformen mit den Trachyten überein. Auch sie erscheinen am häufigsten in isolirten Kuppen, welche meist als schroffe Felsen aufragen, oftmals eine sehr regelmässige kegel- oder glockenförmige Gestalt besitzen, theils sporadisch, theils gruppirt auftreten, aber auch im letzteren Falle die Eigenthümlichkeit zeigen, dass gewöhnlich jeder einzelne Berg aus einer besonderen Gesteins-Varietät besteht.

So erscheint der Phonolith in der Lausitz und in Böhmen; die imposante Glockengestalt des Donnersberges bei Milleschau, der spitze Pik des Kletschenberges, der zackige Felsen des Borzen bei Bilin, der Spitzberg bei Oderwitz und Spitzcunnersdorf, und so viele andere Kegelberge des Leitmeritzer Kreises und der Oberlausitz, sie gehören grossentheils dem Phonolithe an. Und wenn auch Cotta sehr richtig bemerkt, dass die isolirten Basaltberge oft noch regelmässiger und zierlicher gestaltet sind, als die Phonolithberge, so pflegen sich doch die letzteren durch noch grössere Steilheit und Schroffheit auszuzeichnen. Dieselbe Kuppenform wiederholt sich in dem isolirten Phonolithkegel des Heldburger Schlossberges unweit Coburg, in vielen Bergen des Rhöngebirges und in den eminenten Gipfeln des Hegau in Baden. Sie ist nach Bertrand Roux und Burat die herrschende Form im Velay, so wie am Cantal und Mont-Dore, wo die Phonolithberge eine sehr merkwürdige Stellung einnehmen. Im inneren Theile des Cantal, zwischen den Thälern der Jordanne und Cère, erheben sich nämlich vier schroffe und spitze Phonolithkuppen, der Pic de Griou, der Pic de Griounaux, der Pic de l'Usclade und der Suc pointu; diese vier Berge sind nach Elie de Beaumont in ¾ eines Kreises gestellt, und umschliessen eine flache Wiese. Desungeachtet sind sie ganz unabhängig von einander; jeder besteht aus einer besonderen Gesteins-Varietät, und ihre Form wie ihre Stellung schliesst jeden Gedanken an einen ursprünglichen Zusammenhang und eine erst später eingetretene Zerstückelung aus; obgleich sich die beiden Piks von Griou und Griounaux an ihrer Basis berühren, so haben sie doch sehr verschiedenes Gestein. Auf ähnliche Weise erscheint der Phonolith im Centro des Mont-Dore, wo sich über dem Bimssteinconglomerate die drei schroffen Kuppen de la Sanadoire, de la Malviale und de la Tuilière erheben, von denen die letztere besonders steil und an ihrer Ostseite mit einer prachtvollen Colonnade versehen ist.

Uebrigens lassen die Phonolithkuppen da, wo sie in grösserer Anzahl auftreten, nicht selten eine reihenförmige Anordnung erkennen, was wohl darauf verweisen dürfte, dass ihr Material aus verschiedenen Oeffnungen einer

*) Nachträglich mag hier noch die petrographische Bemerkung stehen, dass die Phonolithe, wenn sie im Ganzen, also ohne Trennung des in Säuren zersetzbaren und unzersetzbaren Antheils, analysirt werden, eine Zusammensetzung ergeben, welche jener des Oligoklases entspricht, wie Abich früher und neuerdings Schmid gezeigt hat. Der Letztere bewies auch, dass der zeolithische Gemengtheil nicht immer als Mesotyp gedeutet werden kann.

und derselben Spalte hervorgebrochen ist. Diess ist z. B. der Fall in der Phonolithkette des Velay, für deren Kuppen Bertrand-Roux sogar einen ursprünglichen Zusammenhang geltend machen wollte; auch im böhmischen Mittelgebirge liegen die bedeutendsten Kuppen in einer Linie, und in der Rhön hatte v. Leonhard schon früher ein allgemeines Alignement erkannt, während dort später durch Gutberlets genauere Untersuchungen mehre sehr bestimmt orientirte Züge von Phonolithkuppen nachgewiesen worden sind. Zeitschr. für Min. 1827, S. 97 ff. und Neues Jahrb. für Min. 1845, S. 133. Dabei bemerkt Gutberlet, dass der ältere Phonolith der Rhön an allen Punkten seines Vorkommens eine so gleichartige petrographische Beschaffenheit zeigt, dass das Gestein eines Fundortes jenes aller übrigen Fundorte repräsentirt.

Bisweilen tritt der Phonolith auch in kleinen Plateaus so wie in stromähnlichen Ablagerungen auf, welche letztere theils nur als kurze Ausläufer von Kuppen oder Gängen, theils als selbständige und weit fortsetzende Bildungen erscheinen. Dergleichen Decken und Ströme sind zwar häufig durch spätere Durchbrüche der Gewässer in ihrer Stetigkeit unterbrochen worden, lassen aber gewöhnlich noch ihre correlaten Theile erkennen, und scheinen besonders dadurch charakterisirt zu sein, dass die plattenförmige Absonderung des Gesteins vorwaltend eine horizontale oder nur wenig geneigte Lage zeigt. So ausgedehnte Decken oder Plateaus, und so weit fortlaufende Ströme, wie sie die Basalte zeigen, sind an den Phonolithen wohl nirgends beobachtet worden; wie denn diese Gesteine überhaupt eine Tendenz zur Bildung kleinerer, concentrirter Ablagerungen verrathen.

Im Rhöngebirge findet sich nach Gutberlet eine grosse Phonolith-Verbreitung in dem Plateau zwischen dem Teufelsteine, der Steinwand, der Maulkuppe und der Milsenburg; und Burat bemerkt, dass in der Gruppe des Mezenc und Megal im Velay neben der Kuppenform auch kleine Plateaus vorkommen. Auch die Phonolithpartie bei Hareth, unweit Brüx in Böhmen, hat eine auffallend grosse horizontale Ausdehnung. — Für die stromartigen Ablagerungen mögen folgende Beispiele genügen. Am Todtenberge bei Kostenblatt liegt nach Reuss über tertiären Mergeln eine in fast horizontalen Platten abgesonderte Phonolithmasse, welche sich weiterhin in die Tiefe zieht, und dabei eine fast senkrechte Stellung der Platten annimmt. Aehnliche Verhältnisse zeigt der Phonolith am Holai-Kluk bei Proboscht, wo er sich über den Schichten der Braunkohlenformation ausbreitet. Im Velay finden sich nach Burat und Scrope mehrorts sehr bestimmte Phonolithströme; Scrope beschreibt zwei dieser Ströme, welche aus dem Cirque de Boutières, an der Südseite des Mezenc, hervorgebrochen sind, und von denen der eine in einer oft unterbrochenen Bergreihe mit allmälig abnehmendem Niveau über die Loire hinweg 6 engl. Meilen weit verfolgt werden kann; dieser Strom ist es, welcher bei Saint-Pierre-Eynac, und noch deutlicher unterhalb Mercoeur auf dem Süsswasserkalksteine aufliegt. Burat bemerkt, dass dergleichen stromartige Ablagerungen allemal da angezeigt sind, wo der in mächtige verticale Prismen abgesonderte Phonolith zugleich mit einer fast horizontalen plattenförmigen

Absonderung versehen ist, weil dies immer auf eine beinahe horizontale Ausbreitung der Massen verweise.

Endlich erscheint der Phonolith auch in Gängen, also in derjenigen Lagerungsform, welche für die eruptiven Gesteine überhaupt so charakteristisch ist. Man kennt dergleichen fast in allen Ländern, wo nur Phonolith vorkommt, und ihre Verhältnisse erlangen eine ganz besondere Wichtigkeit für die Altersbestimmung der Phonolithe. Diese Gänge sind es, welche die Beweise geliefert haben, dass es in Böhmen und in der Rhön zweierlei Phonolithbildungen giebt, zwischen denen basaltische Eruptionen Statt fanden; sie sind es auch, welche in den verschiedenen Gegenden Centralfrankreichs das relative Alter der Phonolithe zu den eigentlichen Trachyten wie zu den Basalten erkennen liessen.

Die Phonolithgänge sind von verschiedener Mächtigkeit, und scheinen oftmals so mächtig zu werden, dass sie in förmliche Gangstöcke übergehen, welche Lagerungsform wohl für manche langgestreckte Phonolithkämme vorauszusetzen ist, deren Gestalt nicht füglich erlaubt, sie in die Kategorie der gewöhnlichen, mehr arrondirten Kuppen zu verweisen; obgleich auch für diese Kuppen in der Tiefe ein Zusammenhang mit gangartigen Gebirgsgliedern anzunehmen ist. Solche sehr mächtige und mehr stockartige Gänge lassen jedoch ihre Verhältnisse zu dem Nebengesteine nur selten beobachten, während die schmäleren Gänge oft so deutlich und übersichtlich entblöst sind, dass an ihnen jene Verhältnisse mit augenscheinlicher und handgreiflicher Deutlichkeit erkannt werden können.

Das böhmische Mittelgebirge ist zu beiden Seiten der Elbe reich an ausgezeichneten Phonolithgängen, deren genauere Kenntniss wir grossentheils Reuss und Cotta verdanken. Die meisten dieser Gänge werden von dem neueren, trachytähnlichen Phonolithe gebildet. So setzt bei Prosseln ein 2 bis 3 Klaftern mächtiger Gang eines lichtgrauen Phonolithes im Basaltconglomerate auf; weiter östlich gegen die Elbe hinab sieht man einen Gang isabellgelben Phonolithes senkrecht durch den Braunkohlensandstein aufsteigen. Ein ähnlicher Gang von 6 Klaftern Mächtigkeit durchschneidet am Wege von Priesnitz nach der Merkauer Kapelle eine Masse von Basaltconglomerat, welche ihrerseits den Sandstein durchbrochen hat. Bei Waltirze am rechten Elbufer finden sich Gänge, welche sowohl das Basaltconglomerat als auch den festen Basalt, und im Luschwitzer Thale andere, welche den Sandstein durchschneiden. Vorzüglich interessant und vortrefflich entblöst sind die Erscheinungen im Tollgraben bei Wesseln, wo viele trachytische Phonolithgänge meist in basaltischen Conglomeraten aufsetzen. Reuss, die Umgebungen von Teplitz und Bilin, S. 234 ff. — Zwischen Oybin und Hain in der Lausitz setzt nach Cotta ein mächtiger Phonolithgang im Quadersandstein auf; bei Tichlowitz wird Basaltconglomerat, bei Topkowitz und Steinpolitz fester Basalt von Phonolithgängen durchschnitten, und ähnliche Erscheinungen erwähnt Cotta

von anderen Punkten. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft IV. — Auch am Cantal kommen Phonolithgänge vor, welche die dortigen Trachyte und Trachytconglomerate durchsetzen; am Mont-Dore finden sich ähnliche Gänge in der Gegend von Murat, und im Velay sind sie gleichfalls bekannt. — Dass dergleichen Phonolithgänge auch in der Rhön zu den nicht seltenen Erscheinungen gehören, diess ergiebt sich aus den Mittheilungen von Gutberlet. Neues Jahrb. für Min. 1845, S. 133 f.

Die meisten Phonolithe sind plattenförmig abgesondert, oder richtiger, sie sind mit einer Parallelstructur und Lamination versehen, welche ihre Spaltung in Platten gestattet, die zuweilen so dünn sind, dass sie z. B. in der Gegend des Mont-Dore als ein grobes Material zum Decken der Dächer benutzt werden; (*Roche de la Tuilière*). Bei den trachytähnlichen und einigen anderen Varietäten pflegt jedoch diese Structur nicht vorhanden zu sein. Ausser der plattenförmigen Absonderung kommt aber auch bisweilen eine bankförmige Absonderung vor, indem ganze Berge durch parallele und fast verticale Klüfte, die mehre Fuss von einander abstehen, in grosse Parallelmassen getheilt werden, welche jedoch von der plattenförmigen Structur ganz unabhängig sind; denn die Plattung des Gesteins setzt schräg oder auch rechtwinkelig durch die Bänke hindurch, und wird in ihrer Lage durchaus nicht von ihnen bestimmt. Endlich ist prismatische oder säulenförmige Absonderung eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung, welche dieselbe Unabhängigkeit von der plattenförmigen Structur zeigt, indem diese letztere ihrer besonderen Richtung folgt, und daher die Prismen bald rechtwinkelig bald schiefwinkelig durchschneidet. Jedoch ist diese prismatische Absonderung nur selten so schön und regelmässig, wie sie an den Basalten getroffen wird, und häufig besteht sie nur in einer pfeilerförmigen Absonderung, hervorgebracht durch zwei, sich kreuzende Systeme der bankförmigen Absonderung; weshalb denn auch vierseitige und sehr dicke Prismen am gewöhnlichsten sind.

Die Structur der Phonolithe steht oft in einem gewissen Zusammenhange mit ihrer Lagerungsform. In den Kuppen ist es oft ganz unverkennbar, dass die plattenförmige Absonderung eine, durch die äussere Form der Kuppe bestimmte Gesetzmässigkeit der Lage besitzt; die Platten und die ihnen entsprechenden schichtenähnlichen Abtheilungen des Gesteins zeigen nämlich eine solche Stellung und einen solchen Verlauf, dass sie ein rings um die Axe des Berges geordnetes kegelförmiges System darstellen, welches sogar, wenn der Gipfel des Berges noch ziemlich unversehrt ist, als ein glockenförmiges System erscheint, indem die Neigung der Platten von unten nach oben fortwährend abnimmt, und auf dem Gipfel in fast horizontale Lage übergeht. Ist

zugleich prismatische Absonderung vorhanden, so zeigen auch die Säulen mitunter eine regelmässige Anordnung um die Axe des Berges. Weit seltener kommt das Gegentheil vor, dass nämlich die Platten zu einem wannenförmigen oder umgekehrt glockenförmigen Systeme verbunden sind. — In den Strömen und Decken pflegen die Platten horizontal und die Prismen vertical zu sein, was als ein hauptsächliches Merkmal dieser Lagerungsform gelten dürfte. In den Gängen endlich pflegt die plattenförmige Absonderung den Salbändern parallel zu liegen, obwohl auch, namentlich in den mächtigeren Gängen, ganz andere Lagen vorkommen.

Voigt hat wohl zuerst den Zusammenhang der plattenförmigen Structur mit der äusseren Bergform, oder ihre regelmässige Anordnung um die Axe des Berges erkannt; bei der Beschreibung des Heldburger Phonolithes sagt er nämlich, derselbe sei in Platten gesondert, „die in ihren Ablösungen vertical vom Berge abfallen, ungefähr wie die Blätter einer Artischoke; überhaupt kam es mir vor, als ob die Risse und Spalten des Berges etwas Bestimmtes und Regelmässiges hätten;“ Mineral. und bergm. Abhandl. II, 1789, S. 329. Bertrand Roux beschrieb im Jahre 1823 unter anderen auch diese Structur an vielen Phonolithbergen des Velay, und hob es hervor, dass die vollkommene Glockengestalt derselben mit einer conformen Stellung der nach allen Seiten vom Berge wegfallenden Platten verbunden sei. Unbekannt mit diesen älteren Beobachtungen erkannte ich später dieselbe Structur am Teplitzer Schlossberge in Böhmen (Zeitschr. für Min. 1825, II, 304); im Jahre 1840 aber nannte uns Reuss die Namen vieler dortiger Berge, deren Felstafeln von allen Seiten gegen den Gipfel convergiren, unten sehr steil stehen, nach oben immer flacher fallen, so dass sie fast wie die Blätter eines *Sempervivums* gestellt sind. Die Umgebungen von Teplitz etc. S. 249. — Die säulenförmige Absonderung scheint in den drei Phonolithbergen des Mont-Dore mit besonderer Schönheit ausgebildet zu sein; an der roche Tuilière stehen die Säulen vertical, an der roche Sanadoire divergiren sie wie die Speichen eines Rades, und an der roche Malviale sind sie oft gekrümmt. Berge, wie der roc du Curé im Velay, an denen die Säulen aufwärts convergiren, die Platten aber von allen Seiten nach dem Innern einfallen, sollen nach Bertrand Roux unverwüstliche und äusserst schroffe Felsformen bilden. Auch in Böhmen ist der Phonolith oft prismatisch abgesondert, und wenn auch diese Erscheinung gewöhnlich nur in einem grossen Maassstabe und rohem Style, als pfeilerförmige Absonderung ausgebildet ist, so kommt sie doch bisweilen recht schön vor; wie z. B. am südlichen Abhange eines Phonolithberges bei Krzemusch, wo die Säulen nur 1 bis 2 Fuss dick, sehr gerade, ebenflächig und scharfkantig, überhaupt äusserst regelmässig gestaltet und vollkommen parallel gestellt sind, mit 65° Neigung in Südost.

Die Phonolithe werden bisweilen von phonolitischen Conglomeraten und Tuffen begleitet, wie z. B. im Hegau, in der Rhön und auch in den Umgebungen des Mezenc. Doch ist das Vorkommen solcher klastischen Gesteine weit seltener, als bei den eigentlichen Trachyten und

bei den Basalten; in den meisten Phonolithregionen findet man kaum Spuren derselben.

Nach Gustav Leonhard kommen im Hegau ausser den stattlichen Phonolithbergen des Hohentwiel, Staufen, Hohenkrähen, näher gegen den Rhein auch einige niedrige Kuppen von phonolithischen Conglomeraten vor; Geogn. Skizze des Grossherzogth. Baden S. 38. Gutberlet erwähnt tuffartige Bildungen des trachytischen Phonolithes aus der Gegend von Abtsrode und Russdorf in der Rhön, und Theobald dergleichen vom Mezenc.

Dass die Phonolith-Eruptionen überhaupt während einer längeren Periode im Gange gewesen sind, und dass sie sich daher in einer und derselben Gegend verschiedene Male ereignet haben können, diess ist wohl nicht zu bezweifeln, und giebt sich als ein Verhältniss zu erkennen, welches sie mit den Trachyten und Basalten theilen. Auch haben phonolitische und basaltische Eruptionen mit einander abgewechselt, wie diess besonders in Böhmen und in der Rhön erwiesen ist. Im Allgemeinen aber dürften sich besonders zwei Eruptions-Epochen der Phonolithe unterscheiden lassen, von denen die ältere den gemeinen, die jüngere den trachytähnlichen Phonolith geliefert hat. Nur wird man nicht in jeder Phonolithregion die Beweise für zweierlei Bildungen erwarten dürfen, weil ja hier nur die eine, dort nur die andere Bildung Statt gefunden haben kann, während sich anderwärts beide Bildungen wirklich gefolgt sind. Auch darf man auf die petrographische Verschiedenheit kein zu grosses Gewicht legen, darf nicht glauben, nach ihr die Formation mit Sicherheit bestimmen zu können, wie es ja überhaupt noch sehr die Frage ist, ob auch die gleichartigen Phonolithe aller Länder wirklich genau zu derselben Zeit gebildet wurden. Da nun auch die basaltischen Eruptionen zu verschiedenen Zeiten, hier früher, dort später, und in vielen Gegenden zu wiederholten Malen eingetreten sind, so werden sich nicht gerade in allen Ländern ganz übereinstimmende Verhältnisse zwischen den Phonolithen und Basalten nachweisen lassen.

Schon August Reuss folgerte aus dem häufigen Vorkommen von Gängen des trachytähnlichen Phonolithes in den basaltischen Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges, dass diese Phonolithe jünger seien, als ein grosser Theil der dortigen Basalte, sprach es jedoch nur vermuthungsweise aus, dass sie wohl auch jünger sein möchten, als die gewöhnlichen Phonolithe*), und dachte sich auch diese letzteren erst nach den Basalten hervorgestiegen.

*) Sehr zweifelhaft, sagt er, bleibt es auf jeden Fall, ob alle unsere phonolithischen Gesteine von gleichem Alter sind. Vielmehr scheint es fast, als ob die trachytähnlichen Gebilde jünger wären, als die reinen Phonolithe im engeren Sinne des Wortes.

In ähnlichem Sinne, jedoch ohne Berücksichtigung einer Altersverschiedenheit der Phonolithe, erklärte sich auch Cotta, indem er aus seinen Beobachtungen in Böhmen und in der Lausitz die Folgerung zog, dass die Bildung des Basaltes während eines ziemlich langen Zeitraums fortgedauert habe, in dessen letzte Hälfte auch die Phonolithbildung falle, dass also die meisten dortigen Basalte älter, einige jedoch jünger als die Phonolithe seien. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen etc. Heft IV, S. 109.

Zu bestimmteren Resultaten über die relative Aufeinanderfolge der beiderlei Formationen gelangte Gutberlet im Rhöngebirge, wo sich theils aus den gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen, theils aus den häufigen Einschlüssen von Bruchstücken des einen Gesteins in dem andern, auf folgende Abwechslung der Bildungen schliessen lässt:

1. Aelterer oder gewöhnlicher Phonolith; älteste eruptive Bildung der Rhön.
2. Aelterer Basalt, ausgezeichnet durch das häufige Vorkommen von Hornblendkrystallen; zweite eruptive Bildung der Rhön.
3. Jüngerer oder trachytähnlicher Phonolith; dritte eruptive Bildung der Rhön.
4. Jüngerer Basalt; vierte eruptive Bildung der Rhön.

Diesen vier Perioden soll sich noch eine Periode des Dolerites und Anamesites, so wie eine Periode des Nephelindolerites anschliessen. Neues Jahrb. für Min. 1845, S. 129 ff. und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 687. Einige Zweifel gegen die durchgängige Richtigkeit dieser von Gutberlet aufgestellten Reihenfolge äusserte Edel, in Verhandlungen der phys. und med. Ges. in Würzburg, I, 1850, S. 87 f.

Ob sich dieses für die Rhön giltige Schema auch für andere Gegenden, und namentlich für Böhmen geltend machen lassen wird, diess hängt besonders von der Beantwortung der Frage ab, ob die gewöhnlichen böhmischen Phonolithe allen dortigen Basalten vorausgegangen sind. Reuss und Cotta beantworten diese Frage verneinend, indem sie alle Phonolithe Böhmens in die Periode der Basalt-Eruptionen verweisen, und einen bedeutenden Theil der dortigen Basalte für älter erklären, als die Phonolithe überhaupt. Dabei unterscheidet jedoch Reuss, eben so wie Gutberlet in der Rhön, sehr richtig einen älteren (gemeinen), und einen jüngeren (trachytähnlichen) Phonolith, zwischen welche ein anderer Theil der Basalt-Eruptionen fällt. Dass jedoch selbst nach dem jüngeren böhmischen Phonolithe mehrorts abermals basaltische Eruptionen Statt gefunden haben müssen, diess ist sehr wahrscheinlich. Wie dem aber auch sei, die Existenz von Basalten, welche jünger sind, wie die Phonolithe überhaupt, ist für Böhmen eben so erwiesen, wie für andere Gegenden. Reuss und Cotta führen mehre sehr entscheidende Beispiele an; (Reuss a. a. O. S. 232 und Cotta a. a. O. S. 94 und 101). Schon Voigt gedenkt bei der Beschreibung des Heldburger Phonolithes mehrer sehr ausgezeichneter Gänge eines olivinhaltigen Basaltes, welche ihn durchsetzen, und Voltz erwähnt einen Basaltdurchbruch im Phonolith bei Salzhausen. Uebers. der geol. Verh. des Grossh. Hessen, S. 141.

Von den Phonolithen des Velay vermuthete schon Bertrand Roux, dass sie älter seien, als die dortigen Basalte, und Burat bemerkt, dass sich diess nirgends deutlicher beobachten lasse, als am Emblavès, wo die Basalte ganz

ebene Plateaus am Fusse der Phonolithkegel bilden, und wo man am Berge von Jalore unweit Rozières den Basalt deutlich aus dem Phonolith-Abhange hervorbrechen sieht; ähnliche Beispiele sollen sich bei Saint-Julien und Issingeaux finden. — Am Cantal und Mont-Dore sind die Phonolithe entschieden jünger als die Trachyte, nach Elie de Beaumont und Dufrenoy auch jünger als die Basalte, indem sie ihnen die Erhebung des ganzen Cantal zuschreiben; wofür allerdings ihre centrale Stellung zu sprechen scheint.

Aus ihren Verhältnissen zur Braunkohlenformation ergiebt sich übrigens für die Phonolithe Böhmens, dass sie jünger sind, als diese Formation, und aus den Verhältnissen der Phonolithe des Velay, dass sie jünger sind, als die dortigen tertiären Mergel und Kalksteine.

§. 448. *Perlit, Obsidian und Bimsstein.*

Es sind besonders zwei hyaline Gesteine, welche als ziemlich selbständige Bildungen an der Zusammensetzung der Trachytformation Theil nehmen, nämlich der Perlit und der Obsidian; zu beiden gesellen sich aber die Bimssteine, welche nur als poröse oder zellige, schwammartig aufgeblähte Modificationen derselben betrachtet werden können.

Dass der Obsidian im Feuer bimssteinartig werde, diess wusste schon Theophrast und ist schon von Mackenzie und Faujas durch Versuche bewiesen worden, bei denen es gelang, aus Obsidian Bimsstein darzustellen. Die ausgezeichnetsten Varietäten des Bimssteins sind nichts anderes, als schaumig aufgeblähter Obsidian, wie auch die Analysen von Obsidianen und Bimssteinen aus einer und derselben Gegend beweisen. Abich glaubt, diese Bildung des Bimssteins, oder diese Entwickelung so zahlreicher Blasenräume im schmelzenden Obsidiane werde dadurch bedingt, dass ein Theil des Kalis in der Schmelzhitze verflüchtigt werde. Vielleicht haben auch die bituminösen Stoffe einigen Antheil, deren Anwesenheit in manchen Obsidianen nachgewiesen worden ist.

Die Perlite erscheinen fast immer als Begleiter der Trachytporphyre, durch deren perlitische und sphärolithische Varietäten auch förmliche petrographische Uebergänge vermittelt werden. Sie gehören aber zu den seltneren, bis jetzt nur in wenigen Ländern nachgewiesenen Gesteinen, und sind, als unzweifelhaft vulcanische Gesteine, besonders durch ihren Wassergehalt, so wie durch ihre meist sehr deutliche Parallelstructur und Schichtung ausgezeichnet. Sie bilden gewöhnlich Decken oder breite Ströme, bisweilen auch Gänge, und sind in Ungarn mit eigenthümlichen Bimssteinen verbunden, welche sich als Perlitbimssteine bezeichnen lassen. Ungarn, die Euganeen, die Ponza-Inseln und Mexico sind als einige der wichtigsten Gegenden ihres Vorkommens zu nennen.

In Ungarn spielt der Perlit eine besonders wichtige Rolle, indem er daselbst nach Beudant bisweilen Räume von 50 Quadratlieues bedeckt, und bis zu 300 und 400 Meter Höhe aufsteigt.

Wie manchfaltig aber auch dort die Varietäten dieses Gesteines sein mögen, so sind sie doch auf das Innigste mit einander verbunden, finden sich meist alle zugleich in einer und derselben Ablagerung, und bilden gewöhnlich keine gesonderten Gebirgsglieder. Doch sind sie nicht alle gleich häufig, indem die Perlite mit glasiger Masse sehr vorwalten, die steinartigen und bimssteinähnlichen Varietäten aber nur untergeordnete Lagerstöcke, Schichten und Nester innerhalb jener bilden.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die Parallelstructur und Schichtung der Perlite. Die typischen, körnigschaligen Varietäten, welche zumal zwischen Tokai und Telkebanya so verbreitet sind, erhalten sowohl durch lagenweisen Wechsel in der Grösse des Korns, als auch durch gestreifte und gebänderte Farbenzeichnung eine, selbst in Handstücken sehr deutlich zu erkennende plane Parallelstructur, welche bald ebenflächig fortläuft, bald wellenförmig oder zickzackförmig gebogen ist. In den sphärolithischen Varietäten sind auch die Sphärolithkörner oft regelmässig in parallele Flächen vertheilt, so dass ganz dünne Lagen mit und ohne dergleichen Kugeln beständig abwechseln. Bei Tolcsva und Benye kommen mikroskopisch feine sphärolithische Varietäten vor, deren fast schieferige Parallelstructur durch äusserst dünne Lagen von abwechselnd schwarzer und rother oder aschgrauer Farbe bestimmt wird, dabei aber gewöhnlich stark undulirt oder im Zickzack gestaucht ist. — Mit dieser Parallelstructur ist nun eine Spaltbarkeit und oftmals auch eine regelmässige plattenförmige Absonderung des Gesteins verbunden, weshalb die Perlite eine vielfältige Anwendung als Bausteine finden; so unter andern die schöne Varietät von Tolcsva unweit Tokai, welche in ihrer rothen steinartigen Grundmasse fast zollgrosse, eisengraue, strahlige Kugeln enthält, und in 3 bis 4 Zoll dicke horizontale Platten abgesondert ist. — Endlich zeigen die Perlite auch eine förmliche Schichtung, welche durch ganze Berge verfolgt werden kann. Die Schichten sind bald horizontal und eben, bald tausendfältig gewunden, geben sich aber doch nur als solche Parallelmassen zu erkennen, welche gleichzeitig und aus einem Gusse entstanden, und gewiss nicht successiv über einander abgelagert wurden.

Es sind besonders die Gegenden von Schemnitz und Tokai, wo die Perlitbildung auftritt. Im Schemnitzer Districte ist sie zwar weniger verbreitet, lässt aber sehr deutlich ihre innige Verknüpfung mit Trachytporphyren erkennen. Nach Pettko soll sich das ganze trachytische Gebirge von Schemnitz und Kremnitz als ein einziger grosser Erhebungskrater betrachten lassen. In der Mitte dieses Kraters erfüllen die Perlite und sphärolithischen Porphyre einen elliptischen Raum, welcher vom Trachyte wie von einem Ringgebirge umgeben wird, dessen Durchmesser 5 bis 6 Meilen beträgt, und dessen Gipfel über die Perlitregion aufragen. Der Szitna bei Schemnitz, die Skalka und der Klak bei Kremnitz, der Sattelberg bei Königsberg sind solche überragende Gipfel dieses Ringgebirges, an dessen inneren Abhängen die genannten drei Bergstädte liegen, während das berühmte Hlinik den Mittelpunkt des Circus einnimmt. Die Gran hat den Erhebungskrater von Jalna bis Königsberg durchbrochen und in zwei Hälften getheilt.

Weit mehr verbreitet ist die Perlitbildung in der Gegend von Tokai, wo sie in hohen Bergen aufragt und zwischen dem Hernad und Bodrog, von Tallya bis Telkebanya, einen Raum von 30 bis 40 Quadratlieues bedeckt.

Ziemlich übereinstimmend scheint das Verhalten des Perlites in M e x i c o zu sein. Ueber den Trachytconglomeraten von Villa-seca bei Zimapan ruht in 6300 Fuss Höhe der durch v. Humboldt und Sonnenschmidt bekannt gewordene feueropalhaltige Perlit. Dieses Gestein ist bald bräunlichroth mit lavendelblauen Flecken, bald lavendelblau mit rothen Flecken, oft auch gestreift; die Streifung erscheint gerade oder undulirt, und theils stetig fortsetzend, theils unterbrochen, indem sich die rothe Masse oft in nierförmigen Concretionen von der grauen absondert. Höher aufwärts findet sich nur die perlgraue Varietät mit scharf ausgesonderten concentrisch-schaligen Kugeln von grünem Pechstein, der auch endlich in weit ausgedehnten Massen von schmutzig nelkenbrauner Farbe auftritt, bis ganz zuletzt auf dem Gipfel röthlichgrauer Trachyt folgt. Die ganze Ablagerung dieser hyalinen Gesteine, einschliesslich des oberen Trachytes, ist etwa 340 Fuss mächtig. Die Perlite sowie die unter ihnen liegenden Trachytconglomerate und plattenförmigen Trachytporphyre bilden eine Art von wannenförmigem Schichtensystem, dessen Schichten von allen Seiten der Mitte des Berges Cerro de Villa-seca zufallen. Der Opal findet sich im unteren Theile der Perlitablagerung, in der Form von Trümern, Nestern und Nieren. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico, S. 297 ff.

Für das g a n g a r t i g e Vorkommen des Perlites sprechen die von Poullet-Scrope und Abich auf der Insel Palmarola beobachteten Thatsachen. An der Nordspitze dieser Insel sieht man mitten im schieferigen Trachytporphyr eine 25 bis 30 Fuss mächtige Parellelmasse von Perlit, welche vertical aufsteigend zu beiden Seiten in den Porphyr übergeht; sie besteht aus blaulichgrauem, durch schwarze obsidianähnliche Lagen gestreiftem Perlit. Abich bemerkt, dass das schieferige Ganggestein von Palmarola, welches dem wahren *Perlite lithoide* entspricht, zumal an der Punta di Tramonte, viele Gänge bildet, welche sich manchfaltig an einander hinwinden.

Der P e r l i t b i m s s t e i n Ungarns bildet sich allmälig aus dem Perlite heraus; seine weissen oder grauen, seideglänzenden, faserigen Massen wechseln oft lagenweise mit glasigem Perlit, was selbst in Handstücken beobachtet werden kann; auch bildet er Lagerstöcke im Perlit. Besonders häufig entwickelt er sich aus dem porphyrartigem und pechsteinartigem Perlit; seine Blasenräume sind sehr eng, langgezogen, einander alle parallel gestreckt, und zugleich in parallelen Flächen vertheilt, daher sich das Gestein spalten lässt. Seltener kommt schwarzer Perlitbimsstein mit sehr vielen Blasenräumen vor; auch er bildet Lager oder Stöcke im Perlit.

Der O b s i d i a n scheint durch Umschmelzung trachytischer Gesteine entstanden zu sein, findet sich daher besonders in der Nähe und am Abhange solcher vulcanischer Berge, die hauptsächlich aus Trachyt bestehen, und bildet gewöhnlich Ströme und ähnliche Ablagerungen, selten Gänge*).

*) Mit dem eigentlichen Obsidiane dürfen die schwarzen basaltischen Gläser nicht verwechselt werden, welche so häufig an den Salbändern von Basalt- und

In der Regel wird er vom **Bimsstein** begleitet, welcher theils an der Oberfläche der Obsidianströme, theils auch in selbständigen Strömen vorkommt. In Mexico ist jedoch der Obsidian mit sphärolithischen Trachytporphyren verbunden, in welchen er Lager bildet. Uebrigens hat der Obsidian und noch weit mehr der Bimsstein in der Form von **losen Auswürflingen** das Material zu mancherlei, oft weitverbreiteten klastischen Gesteinen geliefert.

Auf Teneriffa sind am nordwestlichen und nördlichen Abhange des Pic viele Obsidianströme herabgeflossen: mächtige Ströme von Glas, nach oben voll von Poren und Blasenräumen, welche alle in der Richtung des ehemaligen Fortfliessens gestreckt sind; weiter unten wird die Masse mehr pechsteinähnlich, und noch tiefer ein braunes, feinsplitteriges Gestein. Auch das sogenannte *Malpays* ist ein gewaltiger Obsidianstrom, der sich aus dem Fusse des Piton (des höchsten Kegels) hervordrängt, und weiter abwärts in mehre Arme theilt; wo dieser Strom steil herabstürzt, da liegt das Glas auf der Oberfläche in der Form von dünnen, gedrehten Tauen durch einander, und von den Seiten hängen grosse Glasthränen herab. Oben erscheint die Masse wie grünlichschwarzes Bouteillenglas, tiefer im Strome minder glänzend, braunlichschwarz und pechsteinähnlich, mit ausserordentlich vielen Feldspathkrystallen, die nach der Tiefe immer häufiger werden. An der Oberfläche selbst ist das Glas oft schaumig aufgebläht, wie Bimsstein; „es ist hier völlig deutlich, wie der Bimsstein durch Aufblähung des Obsidians entsteht; vielleicht durch Entweichung des Bergöls.“ Leopold v. Buch, Phys. Beschr. der Canar. Inseln, S. 224 ff.

Auf Lipari liegt nach Hoffmann nördlich von Caneto der prächtige Krater des M. Campo Bianco, aus welchem sich ein ansehnlicher Lavastrom in das Meer hinabzieht, wo er das Capo Castagno bildet. Dieser Lavastrom besteht aus Obsidian und Bimsstein, welcher letztere in der Richtung des Stromes faserig ist, während der Obsidian in schmalen parallelen Glasstreifen mit dem Bimssteine abwechselt, so dass das ganze Gestein eine flaserige Structur und eine plattenförmige Spaltbarkeit besitzt.

In dem Trachytporphyrgebiete von Real del Monte in Mexico erhebt sich der Cerro de las Nabajas, welcher aus einem röthlichgrauen bis fleischrothen, dünnschichtigen, sphärolitischen Porphyr besteht, in welchem mehre, 8 bis 10 Zoll starke Obsidianlager auftreten, deren Gestein bald schwarz, bald grün bald roth, und ebenfalls mit Sphärolithkugeln erfüllt ist, welche oft in parallele Lagen versammelt sind. Auf eine Stunde weit sieht man in diesem Gebirge Halden und Pingen, die von der ehemaligen Obsidiangewinnung der alten Mexicaner herrühren, da selbige das Gestein zu allerlei schneidenden Werkzeugen, zu Putz- und Hausgeräthen verarbeiteten.

Obsidiangänge kennt man z. B. am Cantal, wo sie alle auf einen

Trappgängen vorkommen, und dem Trachylyte angehören. Schon Faujas unterschied zwei Arten von Obsidian, von denen die eine dem Trachylyte, die andere dem wirklichen Obsidiane entspricht.

kleinen Raum unweit des Cantalon, in der Schlucht von Bois-Grand, concentrirt sind; zwei derselben bestehen aus schwarzem, zwei andere aus grünem, und einer aus braunem Obsidian; doch sind sie kaum ein Meter mächtig.

§. 449. *Trachytische Conglomerate, Tuffe und verwandte Gesteine.*

Die Trachyte werden so gewöhnlich von trachytischen Conglomeraten und Tuffen begleitet, dass man selten eine Trachytregion durchwandern wird, ohne dergleichen klastischen Gesteinen zu begegnen.

Die gröberen Breccien und Conglomerate sind theils eruptive Reibungsgebilde, bei welchen das bereits erstarrte oder doch halb erstarrte Material zertrümmert und von noch flüssigem Materiale eingehüllt wurde, wie manche Trachytbreccien des Cantal, der Insel Ponza, und die Conglomerate von Vissegrad in Ungarn; theils sind sie alluviale, unter wesentlicher Mitwirkung des Wassers gebildete Trümmergesteine, deren Fragmente zuweilen als sehr grosse Blöcke erscheinen und durch feineren Trachytschutt verbunden werden. Je kleiner diese Fragmente werden, um so mehr nähern sich die Conglomerate den eigentlichen Tuffen, deren feinere und feinste Varietäten oft so homogen wie die Thonsteine der Porphyrformationen gebildet sind. Viele dieser Gesteine dürften auch durch Anhäufung loser Auswürflinge entstanden sein, welche vom Wasser bearbeitet wurden.

Alle diese, unter Mitwirkung des Wassers gebildeten Trachyt-Conglomerate und Tuffe besitzen gewöhnlich eine Schichtung, in welcher gröbere und feinere, oder auch nur verschiedentlich gefärbte Lagen regelmässig mit einander abwechseln; ja, die sehr feinen Schichten sind bisweilen schieferig. Auch umschliessen sie mitunter organische Ueberreste.

Die trachytischen Conglomerate und Tuffe sind den Trachyten theils vorausgegangen, theils gefolgt; im ersteren Falle müssen sie wohl immer, im zweiten Falle können sie noch bisweilen von Auswürflingen gebildet worden sein, welche nach Art der vulcanischen Schlacken und Lapilli, des vulcanischen Sandes und der Asche, auf demselben Wege zur Eruption gelangten, auf welchem ihnen später das Material der krystallinischen Gesteinsmassen gefolgt ist. Da man oft Conglomerat- und Tuff-Ablagerungen mit Trachyt-Decken oder Strömen mehrfach abwechseln sieht, so müssen sich in solchen Gegenden die sedimentären und die eruptiven Thätigkeiten der Natur abwechselnd wiederholt haben.

So wechseln am Cantal im Thale der Jordanne Trachyt und Trachytconglomerat drei Mal mit einander ab; die sehr scharfen Trennungslinien lassen sich auf eine weite Strecke hin verfolgen; auch in den Thälern der Cère, des Falgou, von Dienne und Alagnon ist die Einlagerung des Trachytes in den

Conglomeraten deutlich zu beobachten. Eben so sieht man am Mont-Dore bei der grossen Cascade drei Trachyt-Ablagerungen zwischen Breccien und Bimssteintuff eingeschaltet in einem Profile, welches 250 Meter hoch ist; überhaupt erscheint der ganze Mont-Dore als eine Kuppel, welche aus abwechselnden Trachytströmen und Tuff- oder Conglomeratschichten zusammengesetzt ist. — Im Siebengebirge bei Bonn liegt das Trachytconglomerat an mehren Punkten dem Trachyte entschieden auf; da es aber auch von Trachytgängen durchsetzt wird, so folgt hieraus, wie v. Dechen bemerkt, dass die dortigen Conglomerate zwar jünger sein müssen, als ein grosser Theil der Trachyte, dass aber auch nach ihrer Bildung abermals Trachyt-Eruptionen Statt gefunden haben müssen. Geogn. Beschr. des Siebengebirges, S. 123 u. 125. Uebrigens ist im Siebengebirge eine Trennung zwischen dem Trachytconglomerate und Basaltconglomerate nicht wohl durchzuführen; vielmehr scheinen beide dergestalt in einander überzugehen, dass in einer und derselben Masse die Trachytfragmente und das trachytische Bindemittel abnehmen, und durch ähnliches basaltisches Material ersetzt werden. Ibidem S. 119.

Auch die Trachytporphyre haben bisweilen Conglomerate und Tuffe geliefert, wie z. B. in Ungarn, am Ende des Thales von Eisenbach zwischen Hlinik und Scharnowitz. Sie bestehen theils deutlich aus Porphyrgeröllen, theils erscheinen sie fast homogen. Conglomerate von cavernosem oder Mühlstein-Porphyr sah Beudant nur bei Magospart in der Gegend von Schemnitz.

Sehr viele Conglomerate und Tuffe der Trachytformation bestehen wesentlich aus Bimssteinfragmenten und aus feinerem Bimssteinschutte. Sie erlangen oft eine bedeutende Verbreitung, sind mehr oder weniger deutlich geschichtet, in ihren feineren Varietäten mitunter schieferig, und enthalten zuweilen organische Ueberreste von Pflanzen, marinen Conchylien und anderen Körpern. Ihr Material ist wohl grösstentheils durch lose Auswürflinge geliefert worden, welche als Bimsstein-Lapilli, als Bimsstein-Sand und Staub theils auf dem Lande, theils auf dem Meeresgrunde oder auf dem Boden von Landseen zum Absatze gelangten.

In der Umgegend von Neapel sind dergleichen Bimssteintuffe sehr verbreitet; sie erlangen auch dort eine bedeutende Mächtigkeit, bilden die meisten Kraterberge der phlegräischen Felder, und steigen sowohl am Abhange des Vesuv, als auch am Epomeo auf Ischia zu bedeutender Höhe auf. Sie setzen die lange Bergreihe zusammen, welche von dem steilen Vorgebirge des Posilipp bis nach dem Capo di Chino läuft, und erscheinen als ein gelblichweisses bis strohgelbes, erdiges und sehr weiches Gestein, in welchem nicht nur die bekannte Grotte des Posilipp (einer der ältesten Tunnel), sondern auch zahlreiche Katakomben und Lazzaroni-Wohnungen ausgehöhlt worden sind. Die nicht selten vorkommenden Conchylien beweisen die submarine Bildung dieser neapolitanischen Tuffe.

In Ungarn bilden Bimsstein-Conglomerate und Tuffe eine sehr häufige Erscheinung. Beudant unterscheidet dort mehre Varietäten. Die einen be-

stehen aus Bruchstücken von Bimsstein und anderen hyalinen Gesteinen, welche **ohne** sichtbares Cäment dicht an und in einander gefügt sind; wenn dabei die Bimssteine sehr vorwalten, so bilden diese Conglomerate eine scheinbar stetige Bimssteinmasse, in welcher nur die verschiedene Richtung der Fasern die klastische Natur des Gesteins erkennen lässt; wie bei Sirok im Heweser Comitate. Dann giebt es auch Conglomerate, in denen die Bimssteinfragmente durch eine glasige, obsidianähnliche Masse verbunden sind, in welche die Fragmente allmälig verfliessen; wie am alten Schloss bei Schemnitz, und bei Tallya unweit Tokai. Diese beiden Arten von Conglomeraten finden sich nur in der Nähe der Perlitberge.

Die in den Ebenen ausgebreiteten Bimssteingeschütte bestehen dagegen aus mehr oder weniger zermalmten, zerriebenen und zerrütteten Gesteinsbrocken von Bimsstein, Perlit, Trachyt und Trachytporphyr, welche durch feinen weissen Bimssteinschutt gebunden sind. Diese feinen Conglomerate oder Psammite wechseln mit anderen Schichten ab, welche nur von kleinen Bimssteinstücken, vom Bimsstein-Sand und Staub gebildet werden; die feinsten dieser Gesteine sind in Tafeln spaltbar, alle aber mehr oder weniger brauchbar als Bausteine; sie finden sich besonders in der Gruppe von Tokai, zumal bei Liszka und Erdö-Benye. Durch allmälige Zersetzung ihrer Grundmasse gehen diese feinen Bimssteintuffe endlich in thonige oder kreideähnliche Massen über, welche nicht selten weisse und graue, concentrisch gestreifte Hornstein-Nieren enthalten, und oft unter dem Namen Tripel oder Kreide aufgeführt worden sind. Sie finden sich sowohl bei Tokai als auch bei Schemnitz an vielen Orten, und bilden die eigentliche Lagerstätte der berühmten Ungarischen **Holzopale**.

Bei Schemnitz haben sich in diesen Tuffen marine Conchylien, bei Kremnitz, wo sie ein Braunkohlenflötz umschliessen, Pflanzenreste gefunden, welche nach C. v. Ettingshausen miocän sind; Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, I. Band, 3. Abth. Nr. 5; auch hat ganz kürzlich derselbe unermüdliche Forscher aus den schieferigen Trachyttuffen der Gegend von Tokai 67 Pflanzenformen beschrieben, durch welche diese Gesteine als Uebergangsglieder der eocänen und miocänen Periode charakterisirt werden. Sitzungsberichte der math. naturw. Classe der K. Akad. der Wissensch. XI, S. 779 f.

Am Mont-Dore spielen die von losen Auswürflingen gebildeten Gesteine eine wichtige Rolle. Hellfarbige Aschentuffe finden sich in der Nähe des Dorfes des Bains; die Bimssteintuffe sind sehr mächtig in der Gegend von Pessy; sie sind weich, erdig, und halten oft zersetzte Bimssteinfragmente, durch deren Auswitterung sie cavernos werden. Die aus kleinen schwärzlichen Schlacken gebildeten trachytischen Breccien wechseln häufig mit den Conglomeraten. Die weiter auswärts liegenden Conglomerate enthalten zugleich mit den Bimssteinen Fragmente von sehr verschiedenen trachytischen, basaltischen und primitiven Gesteinen.

Auf Teneriffa bedeckt die sogenannte *Tosca*, ein weisser fast zerreiblicher Bimssteintuff, überall die älteren vulcanischen Gesteine; im Ganzen ist sie dem Posilipptuff ziemlich ähnlich, und sie wird zu einem vortrefflichen Führer, um die Lavaströme des Pic von den älteren stromähnlichen Bildungen zu unterscheiden; jene liegen stets über, diese dagegen unter ihr.

Zweites Capitel.

Basaltformation.

§. 450. *Einleitung und Uebersicht der krystallinischen Gesteine.*

Die Basaltformation ist eine der neuesten, sich unmittelbar an die vulcanischen Bildungen der Gegenwart anschliessenden Eruptivformationen*). Denn obgleich ihre Gesteine grossentheils unter etwas anderen Umständen an die Erdoberfläche gelangten, als die jetzigen Laven; obgleich die meisten Basalte noch aus blosen Spalten, und unabhängig von eigentlichen Vulcanen hervorgepresst worden sind; so giebt es doch nicht wenige Basalte, welche mit erloschenen Vulcanen in der genauesten Beziehung stehen, und ganz unzweifelhaft auf ähnliche Weise aus den Krateren oder aus Seitenspalten derselben hervorgetreten sind, wie diess mit den heutigen Laven der Fall ist. So werden wir also durch die Basalte ganz allmälig erst in das Gebiet der älteren, bereits erloschenen, und aus diesem in das Gebiet der neueren, noch jetzt thätigen Vulcane übergeführt.

Die Basaltformation**) besteht, eben so wie die Trachytformation, aus zwei verschiedenen Abtheilungen von Gesteinen; aus einer Gruppe krystallinischer oder ursprünglicher, und aus einer Gruppe klastischer (z. Th. auch metamorphischer) oder regenerirter Gesteine. Beide Abtheilungen lassen sich aber nicht wohl gesondert betrachten, weil sie häufig in einander greifen, und eben so räumlich mit einander verbunden sind, wie sie der Zeit nach in eine und dieselbe Periode fallen. Zu den krystallinischen Gesteinen gehören die Dolerite, die Anamesite, die Basalte, die mit ihnen verbundenen Mandelsteine so wie die zelligen, blasigen und schlackigen Gesteine, sofern sie in stetig ausgedehnten Massen, und nicht in losen oder verkitteten Auswürflingen auftreten. Zu den klastischen Gesteinen gehören die aus den Bruchstücken oder losen Auswürflingen der genannten Gesteine gebildeten Geschütte, welche man unter den Namen der basaltischen Conglomerate und Tuffe, der Schlackenbreccien u. s. w. zu begreifen

*) Vergl. Sartorius v. Waltershausen, Physisch-geogr. Skizze von Island, S. 66 f.

**) Wegen ausführlicherer Belehrung über diese wichtige Formation verweisen wir auf das reichhaltige Werk v. Leonhard's: die Basaltgebilde in ihren Beziehungen zu normalen und abnormen Felsmassen, 1832; ein Werk, in welchem Alles zusammengestellt ist, was bis zum Jahre 1832 über die Formation bekannt war.

pflegt. Die meisten Wacken so wie der Palagonit-Tuff dürften schon in die Kategorie der metamorphischen Gesteine zu verweisen sein. Die Nephelindolerite schliessen sich wohl an die Dolerite an; die Leucitophyre aber bilden eine eigenthümliche Gesteinsgruppe, welche zwar durch ihren Pyroxengehalt den Basalten verwandt, ausserdem aber vielleicht richtiger zu der Lavaformation oder neovulcanischen Formation zu stellen ist. Diejenigen Gesteine endlich, welche in Island, auf den Färöern und Hebriden, in Schottland, im nördlichen Irland und in vielen anderen Ländern so verbreitet sind, und gewöhnlich unter dem Collectivnamen Trapp aufgeführt werden, müssen gleichfalls der Basaltformation zugerechnet werden, obgleich sie gewöhnlich keinen Olivin enthalten; die meisten dieser Trappe sind Anamesite, viele aber sind wirkliche Basalte oder auch Dolerite.

In Betreff ihrer geognostischen Constitution, sagt Sartorius v. Waltershausen, muss ein vorurtheilsfreier Beobachter gestehen, dass zwischen Basalt und isländischem Trapp durchaus kein merkbarer Unterschied wahrzunehmen sei; selbst der Mangel oder die Gegenwart von Olivin kann nicht als wesentlich betrachtet werden, da er sich in einigen Trappen häufig findet, während er in anderen so gut wie gänzlich fehlt. Auch in den teutschen und schottischen Basalten wird man den Olivin bald häufiger, bald seltener antreffen, ohne dass man denjenigen Gesteinen, in welchen dieses Mineral fehlt, den Namen Basalt absprechen möchte. Auch sind viele teutsche Basalte gewissen isländischen Trappen noch viel näher verwandt, als manche diese letzteren unter einander. Die Verbreitung ihrer Schichten, ihr Wechsel mit Tufflagern, ihre Gänge und die Art ihrer Säulenbildung bieten durchaus keine Unterschiede dar, die uns berechtigen könnten, zwischen Basalt und Trapp eine scharfe Gränze zu ziehen und zwei selbständige Formationen in ihnen zu erblicken; obgleich es wahrscheinlich ist, dass die ganze Periode, in welche die Trappformation fällt, einen etwas grösseren Zeitabschnitt umfasse, als die Basaltformation, wie sie in Teutschland und Sicilien erscheint. Physisch-geogr. Skizze von Island, S. 63 f.

In Betreff des Olivines aber bemerkte Burat, dass sich im Velay und Vivarais, wo die Basaltformation so vollständig entwickelt ist, die ältesten Basalte durch das Vorwalten des Feldspathes und durch die Abwesenheit des Olivins von den jüngeren unterscheiden, gleichsam als ob eine gegenseitige Abstossung beider Mineralien Statt fände. *Descr. des terrains volc. p.* 187 ff. In ähnlicher Weise erklärt Reuss, dass in Böhmen der Olivin nur den dichten, schwarzgrauen Basalten zukomme, und dass ihn einige andere Gemengtheile, wie z. B. der Glimmer, die Hornblende und die Zeolithe gänzlich auszuschliessen, oder doch sehr zurückzudrängen scheinen. — Der Ausspruch Beudant's, dass der Olivin in keinem Basalte fehle, und dass er die einzige charakteristische Substanz sei, welche ausschliesslich dem wahren Basalte zukomme (*Voyage en Hongrie, III,* 583) ist also doch nur in beschränkter Weise zulässig; denn nicht wenige Basalte sind frei von Olivin, während er auch bisweilen in anderen Gesteinen der Basaltformation angetroffen wird.

Wie verschieden nun auch die mancherlei krystallinischen Gesteine der Basaltformation erscheinen mögen, so lassen sie sich doch kaum als bestimmte Formationsglieder unterscheiden. Denn wenn auch in einigen Gegenden die eigentlichen Basalte, in anderen die Anamesite, und in noch anderen die Dolerite eine besonders vorwaltende Rolle spielen, so findet doch in den grösseren basaltischen Territorien ein solches Durcheinander-Vorkommen der manchfaltigsten Gesteine Statt, so lässt doch oft ein und dasselbe Gebirgsglied in verschiedenen Theilen seiner Ausdehnung solche Verschiedenheiten der petrographischen Beschaffenheit erkennen, dass man fast behaupten möchte, Dolerite und Anamesite, Basalte und Wacken, basaltische Mandelsteine und Schlacken seien nur verschiedene Ausbildungsformen eines und desselben Materiales. Ob die Nephelindolerite und die ihnen entsprechenden Basalte eine getrennte Gruppe bilden, oder nicht, darüber müssen künftige Forschungen entscheiden. Für die Leucitophyre aber dürfte eine solche Trennung wohl geltend zu machen sein.

So ist es eine ganz gewöhnlich vorkommende Erscheinung, dass Doleritgänge an ihren Gränzen aus Basalt, dass Basaltgänge zu beiden Seiten aus Wacke bestehen, oder dass eine Basaltdecke nach unten in Wacke, oder nach oben in schlackigen Basalt, gegen die Mitte in Dolerit oder Anamesit übergeht, u. s. w. Wesentliche Unterschiede dürften wohl eher in dem Vorkommen dieser oder jener charakteristischen Gemengtheile, als in denjenigen Verschiedenheiten zu suchen sein, welche durch die Worte Dolerit, Anamesit, Basalt und Wacke ausgedrückt werden.

Als vorherrschende Gesteine geben sich in vielen Ländern die Basalte, in andern die Anamesite zu erkennen; die Dolerite scheinen nur in einigen Ländern einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Formation zu nehmen, während sie in vielen Ländern, wie z. B. in Teutschland, zu den minder häufigen Gesteinen gehören; die Wacken und die Basaltmandelsteine aller Art treten hier häufig, dort selten auf; die schlackigen Gesteine endlich werden oft gänzlich vermisst, während sie in einigen Gegenden eine grosse Bedeutung gewinnen, im Allgemeinen aber nur da vorzukommen pflegen, wo die Basaltformation mit der Lavaformation, oder mit eigentlichen Vulcanen in unmittelbarer Verbindung steht.

Wie ähnlich übrigens manche sehr feldspathreiche Basalte oder Dolerite und manche sehr dunkelfarbige Phonolithe oder Trachyte einander werden können, so scheint doch zwischen der Basaltformation und der Trachytformation eine ziemlich bestimmte Trennung obzuwalten, so dass eigentliche Uebergänge in der Regel nicht anzunehmen sein dürften, wenn sie auch bisweilen Statt finden mögen, wie solches ja schon

durch die **Trachydolerite** angezeigt ist, und selbst **theoretisch** nicht zurückgewiesen werden kann, dafern wirklich das basaltische Material des Erdinnern seinen Weg durch das höher liegende trachytische Material zu nehmen genöthigt war; wobei nothwendig derartige Gemische entstehen mussten, wie sie durch die schönen Arbeiten von Bunsen und Streng nachgewiesen worden sind.

Dagegen finden zwischen der Melaphyrformation und der Basaltformation so viele und so grosse Analogieen Statt, dass man die letztere nur als eine Repetition, als eine Recidivbildung der ersteren betrachten möchte; obgleich der charakteristische Pyroxengehalt der basaltischen Gesteine noch immer einen auffallenden Unterschied zwischen ihnen und den Melaphyren begründet. Derselbe Pyroxengehalt bringt aber wiederum die Basaltformation in sehr nahe Beziehungen zu der Diabasformation, so dass sich überhaupt zwischen diesen drei quarzfreien Eruptivbildungen eine sehr merkwürdige Verwandtschaft zu erkennen giebt, welche vielleicht gleichfalls in den geistreichen Ideen Bunsen's ihre Erklärung finden dürfte.

In Betreff der **Mandelsteine** ist noch die Bemerkung einzuschalten, dass die in ihren Blasenräumen vorkommenden zeolithischen Mineralien nicht selten einen sehr **bedeutenden Antheil** an der Zusammensetzung des ganzen Gesteins nehmen; denn nicht nur werden diese Mandeln und Geoden mitunter so zahlreich und so gross, dass sie eine ansehnliche Quote des ganzen Gesteins-Volumens ausmachen, sondern die Zeolithe imprägniren und durchflechten auch bisweilen die Gesteinsmasse dermaassen, dass sie fast als wesentliche und ursprüngliche Bestandtheile derselben angesehen werden müssen.

Diese Erscheinung kommt besonders auffallend in den Mandelsteinen mit **wacken**artiger Grundmasse vor; aber auch in Doleriten beobachtet man zuweilen etwas Aehnliches. So berichtet Macculloch, dass der in mächtige Säulen abgesonderte Dolerit der Shiants-Inseln bisweilen **eingesprengte** Krystalle von Stilbit, Mesotyp und Kalkspath enthalte; *Western Islands*, I, 440. Auf Sky kommt der Desmin oft in erstaunlicher Menge und in Nestern von 4 bis 5 Fuss Durchmesser vor, und auf Rum haben die im Dolerite auftretenden, mit Zeolithen erfüllten Cavitäten so eigenthümliche Formen, als ob diese Mineralien wesentliche Bestandtheile des Gesteins seien. *Boué, Essai géol. sur l'Ecosse p.* 238 u. 245. Aehnliche Vorkommnisse beschreibt Sartorius v. Waltershausen von Island, und schon lange bekannt ist der Dolerit von den Cyklopen-Inseln bei Catania, in welchem Analcim, theils zu Mandeln und Trümern concentrirt, theils als Bestandtheil der Grundmasse so reichlich vorhanden ist, dass das Gestein ohne ihn alle Consistenz verlieren würde. Viele hierher gehörige Erscheinungen finden sich zusammengestellt in v. Leonhard's Basaltgebilden, I, S. 204 ff. Auch Reuss giebt eine sehr beachtens-

werthe Bemerkung über das Vorkommen der Blasenraum-Ausfüllungen in den Phonolithen und Basalten Böhmens, und hebt es hervor, dass dasselbe zeolithische Mineral bald wirkliche Mandeln oder Geoden, bald Adern und Streifen, bald eine das ganze Gestein durchdringende Beimengung bilde. Die Umgebungen von Teplitz, S. 171 f.

§. 451. *Lagerungsformen der basaltischen Gesteine.*

Die krystallinischen Gesteine der Basaltformation erscheinen theils mit, theils ohne Begleitung von klastischen Gesteinen, und pflegen im ersteren Falle mit den Conglomeraten und Tuffen auf mancherlei Weise verbunden zu sein, indem sie bald über, bald unter, bald zwischen denselben auftreten, oder auch solche gangförmig durchsetzen. Wir nehmen das häufige Eingreifen dieser klastischen Gesteine in die Basaltformation einstweilen als eine Thatsache an, deren wir bei der Darstellung ihrer Lagerungsformen bedürfen, werden aber in §. 453 jene Gesteine noch besonders in Betrachtung ziehen.

Die Basaltformation ist im Allgemeinen weit mehr verbreitet, als die Trachytformation, und gewinnt in einigen Ländern eine so bedeutende horizontale Ausdehnung, wie man sie gewöhnlich nur bei Sedimentformationen anzutreffen pflegt*). Sie erscheint nämlich oftmals in Decken oder in mächtigen Schichtensystemen, welche bisweilen über viele, ja über Hunderte und selbst über Tausende von Quadratmeilen ausgebreitet sind. Diess ist unstreitig eine ihrer wichtigsten Lagerungsformen, durch welche sie sich uns als eine von denjenigen eruptiven Formationen verkündet, welchen ein sehr wesentlicher Antheil an der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste zugestanden werden muss. Diese Decken sind gewöhnlich aus mehren Etagen zusammengesetzt, welche von verschiedenen basaltischen Gesteinen gebildet und oftmals durch Conglomerat- oder Tuffschichten abgesondert werden, während das ganze, bisweilen höchst regelmässig geschichtete System von Basaltgängen durchschnitten wird, die bald mit einer tieferen, bald mit einer höheren Etage in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Die zusammenhängenden Basaltmassen des Leitmeritzer Kreises in Böhmen, welche sich von Haida gegen Bilin auf 8 Meilen Länge, bei 2 bis

*) Das Vorkommen des Basaltes auf der hohen Rhön in zusammenhängender Ausbreitung war schon dem scharfsinnigen Heim aufgefallen, bestimmte ihn jedoch zu der Erklärung, dass er solche Massen nicht für vulcanische Producte halten könne, weil sie weit mehr Aehnlichkeit mit Kalkstein- oder Sandstein-Ablagerungen hätten, als mit vulcanischen Bildungen.

3 Meilen grösster Breite erstrecken, lassen sich nur auf die Vorstellung einer mächtigen, aus mehren Etagen bestehenden Basaltdecke zurückführen, welche allerdings durch die abyssodynamischen Bewegungen späterer Basalt- und Phonolith-Eruptionen gehoben, und durch dieselben Bewegungen so wie durch die Thätigkeit der Gewässer zerrissen, zerstückelt und stellenweise abgetragen wurde, welche aber ursprünglich über den Schichten der Kreide- und der Braunkohlenformation als eine stetige Ablagerung ausgebreitet worden ist, und einen mindestens 16 Quadratmeilen grossen Flächenraum in ununterbrochener Ausdehnung bedeckte. Dass diese Basaltdecke des nördlichen Böhmen aus mehren Etagen besteht, diess ist nach Reuss sehr deutlich an dem von Schreckenstein nach der hohen Wostrai führenden Zlatinawege zu erkennen, wo man successiv sechs Basalt-Etagen überschreitet, welche durch mächtige Zwischenlager von basaltischen Conglomeraten abgesondert werden. Im Elbthale oberhalb Aussig ist die Auflagerung dieses mächtigen Basaltplateaus auf dem Sandsteine der Braunkohlenformation trefflich zu beobachten, welcher letztere von vielen und mächtigen Basaltgängen durchschnitten wird, die nach oben mit der Basaltdecke zusammenhängen.

Der Vogelsberg in Hessen liefert uns ein noch grossartigeres, jedenfalls aber ein mehr arrondirtes Beispiel von einer, über viele Quadratmeilen in ununterbrochener Ausdehnung auftretenden Basaltbedeckung. Dieser Vogelsberg ist ein ganz flaches Kegelgebirge, von 3 bis 4 Meilen im Halbmesser, dessen höchster Punkt, der Taufstein, 3130 Fuss hoch liegt; der Scheitel dieses Gebirges bildet ein sehr flaches Plateau, von welchem zahlreiche Schluchten und Thäler strahlenförmig nach allen Richtungen auslaufen. Es besteht vorwaltend aus dichtem, porösem und blasigem Basalte in fast horizontaler Verbreitung; die darüber aufragenden, säulenförmig oder kugelig abgesonderten Basaltmassen bilden theils einseitig schroffe Abstürze, theils allseitig abfallende Kuppen, theils auch ruinenähnlich aufsteigende Felsen. So dehnt sich denn, von Giessen bis Schlüchtern, und von Alsfeld bis Staden, der Vogelsberg als eine 40 Quadratmeilen grosse, zusammenhängende Basaltablagerung aus; unstreitig eines der grössten Territorien der Basaltformation in Europa. Becker, in Zeitschr. des Vereins für Erdkunde, Heft I, S. 149 f. und Voltz, Uebers. der geol. Verh. des Grossh. Hessen, S. 120 ff.

Auch der Westerwald stellt ein sehr bedeutendes und stetig ausgedehntes Basalt-Territorium dar, und dasselbe gilt, wenn auch in geringerem Maasse, von der hohen Rhön.

Wie in Teutschland, so finden sich auch in Centralfrankreich dergleichen Basaltdecken, welche dort mehrfach mit Basaltströmen in Verbindung stehen; wie denn überhaupt der Zusammenhang der Basaltformation mit der Lavaformation in wenigen Ländern mit solcher Evidenz zu erkennen ist, als in dieser, für das Studium beider Formationen classischen Region. So bildet nach Elie de Beaumont der Basalt am Cantal eine fast ununterbrochene Decke, welche, das Gebirge wie ein weiter Mantel umhüllend, weit hinauf, ja fast bis zum Rande des Kessels reicht. Diese Basaltdecke hat durchaus dieselbe Neigung, wie der unter ihr liegende Trachyt, welcher von vielen Basaltgängen durchsetzt wird, die sich nach oben ausbreiten. Am Mont-Dore dagegen existirt der Basalt fast gar nicht in der Centralregion des Gebirges, wo er nur in Gängen auftritt; aber nach der Peripherie zu, da bildet er Ströme und

Decken. Auch am Mezenc breitet sich der Basalt in mächtigen Decken und Plateaus aus, welche meist stark dislocirt sind; und die Kette der Coyrons stellt ein langgestrecktes, stetig ausgedehntes, über zwei Meilen breites, und fast durchweg gleich hohes Plateau mit steilen Abstürzen dar, welches aus mehren mächtigen Basaltdecken besteht, die theils unmittelbar über einander liegen, theils durch vulcanische Tuffschichten von einander getrennt werden.

Aehnlich ist nach Leopold von Buch die Zusammensetzung der Insel Teneriffa, welche, so weit sie von basaltischen Gesteinen gebildet wird, eine Abwechslung sehr mächtiger Basaltschichten mit Schichten von Lapilli, Schlacken und Geröllen erkennen lässt; wie man unter anderem sehr schön in dem Baranco des Thales Taoro, am steilen Cap Martinez und an der hohen Felsenküste unter Realejo beobachtet, wo dreimal Basalt mit Schlackengeröll abwechselt. Die eine dieser Basaltdecken ist unten in colossale Säulen abgesondert, so regelmässig, wie man sie nur in Irland sehen kann, wird weiter aufwärts sehr blasig, bis endlich rauhe, unregelmässige Basaltschalen wie die Seiten eines Daches gegen einander gestämmt sind, zwei bis drei Mal über einander, so dass sie Höhlen bilden, gross genug, um ganze Heerden zu fassen.

In Schottland und Irland, wo die Anamesite so vorwalten, finden sich ähnliche Lagerungsformen. So auf den Hebriden, und namentlich auf den Inseln Sky, Rum und Mull, wo der Basalt grosse Plateaus von sehr monotoner, mit Torf und Haide bedeckter Oberfläche bildet. Meist stellen diese Plateaus eine Reihe von Terrassen dar, welche über einander aufsteigen, 20 bis 80 Fuss hoch sind, und bald schroffe, bald sanfte Abhänge haben. Die Thäler sind unbedeutend; an den Küsten aber, gegen welche das stürmische Meer der Hebriden seine ganze Wuth auslässt, da sieht man furchtbare Zerstörungen: schroffe Felsen, mauerähnliche Abstürze, Höhlen (Duntulm und Talisker, Staffa) und thorähnliche Durchbrüche (Gariveilon, Sanct Kilda). Diese Basaltdecken liegen fast horizontal, auf sehr verschiedenen älteren Formationen, und meist mehrfach über einander, wie denn Macculloch zwischen Talisker und der Bay Eynort zwölf und noch mehr nachgewiesen hat. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden und schwankend, zumal bei den untersten, welche die Unebenheiten des Untergebirges ausgefüllt und ausgeglichen haben, steigt aber bisweilen auf 200 und 300 Fuss. Ihre Breite ist bedeutend, und ihre Länge beträgt auf Mull mindestens 8 lieues, muss aber zum Theil doppelt und dreifach so gross sein, wenn man die kleinen Inseln als Ueberbleibsel derselben betrachtet. Sie bestehen wesentlich aus Basalt, Anamesit, Dolerit und Mandelstein, wobei die drei ersteren Gesteine oft sehr schön säulenförmig abgesondert sind; zwischen diesen krystallinischen Gesteinsdecken liegen schmale Schichten von rothen Tuffen, von Schlackenbreccien und basaltischen Conglomeraten, bisweilen auch kleine Lager von Braunkohle oder bituminösem Holze. *Boué*, *Essai géol. sur l'Ecosse*, *p.* 220—255. — Es ist also in der That ein geschichtetes Basaltgebirge, welches auf diesen Inseln vorliegt. Eben so verhält es sich im nördlichen Irland, wo an der Küste von Antrim die prachtvollen Colonnaden des Riesendammes die Aufmerksamkeit aller Reisenden auf sich ziehen. Die Trappdecken werden auch dort durch rothe Tuffschichten von einander abgesondert, und Griffith beschreibt ein 600 Fuss hohes Profil bei Glenarm, in welchem ein vielfacher Wechsel von Dolerit-, Basalt- und Mandelsteindecken zu beobachten ist, dem rothe Tuffschichten ein-

geschaltet sind; auch ein Lager von Braunkohle oder fossilem Holze erscheint mitten in diesem Systeme.

Ueber die Trappgebilde der Färöer hat Forchhammer interessante Nachrichten gegeben. Auch dort zeigt sich dieselbe deckenförmige Lagerung, daher die z. Th. 1000 bis 2000 Fuss hohen Inseln mit steilen, oft senkrechten Wänden in das Meer abstürzen. Dolerit ist bei weitem vorwaltend; seine an 100 F. mächtigen Etagen wechseln mit nur 1 bis 2 Fuss starken Schichten eines rothen, gelben, braunen oder grünen thonsteinähnlichen Gesteins; auf Suderöe werden zwei Doleritdecken durch ein schmales, aus Thon, Schieferthon, Wacke und zwei Pechkohlenlagern bestehendes Schichtensystem abgesondert, welches über eine Quadratmeile weit ausgedehnt ist. Auf ihrer Oberfläche erscheinen viele Doleritdecken schlackig, in tauähnliche Formen ausgezogen, überhaupt mit deutlichen Spuren ihres ursprünglich feuerflüssigen Zustandes. Dieses ganze, so deutlich geschichtete Trappgebirge der Färöer zeigt eine sehr sanfte und regelmässige Einsenkung seiner Schichten, welche auf den südlichsten, westlichsten und nördlichsten Punkten der Inselgruppe auffallend gegen den Mittelpunkt derselben gerichtet ist. Karstens Archiv, II, 1830, S. 197 ff.

Aber alle diese Beispiele verschwinden gegen die erstaunlich grossartige Entwickelung der Basaltformation auf der Insel Island und in Vorderindien, wo ihre horizontale Verbreitung nach Tausenden von Quadratmeilen bemessen werden kann, und wo sie als eine höchst regelmässig geschichtete, aus vielen über einander liegenden effusiven Trappdecken und sedimentären Tuffschichten zusammengesetzte Formation erscheint. — In Island ist die Trappformation nach Krug v. Nidda und Sartorius v. Waltershausen mit wenig Unterbrechung über einen Raum von 1800 Quadratmeilen ausgebreitet; ihre mittlere Höhe beträgt 2500 bis 3000 Fuss, und an den Küsten ist sie in tief einschneidende Fjordthäler zerrissen, mit schroffen Gehängen, deren Zinnen von ewigem Schnee bedeckt und meist in Nebel gehüllt sind, während weiter abwärts das nackte Gestein bis in das brandende Meer abstürzt. Schon der erstgenannte Beobachter erklärte sie für eine, ursprünglich auf dem tiefen Meeresgrunde, daher unter einem bedeutenden Drucke entstandene, und erst später über den Meeresspiegel heraufgedrängte Bildung; mit welcher Ansicht Sartorius v. Waltershausen vollkommen übereinstimmt. Aber ungeachtet der bedeutenden Erhebung, welche dieses Trappgebirge betroffen hat, und als deren Resultat die Insel Island aus dem Meere aufstieg, ist dasselbe in seiner ganzen Ausdehnung sehr regelmässig geschichtet; ja, es möchte schwer sein, den gleichmässigen Parallelismus der Schichten in anderen Formationen so schön und grossartig wiederzufinden. So weit das Auge reicht, sieht man in den hohen Felsenmauern die Schichten horizontal fortlaufen; wie in einem kunstvollen Mauerwerk liegen oft über hundert horizontale Lager über einander. Da die oberen Schichten häufig über die unteren zurücktreten, so wechseln horizontale Terrassen mit verticalen Wänden ab, und das Ganze steigt treppenförmig aufwärts. Aber nicht nur an den Küsten und an den Gehängen der Fjordthäler, auch an unzähligen Bergen im Innern der Insel giebt sich dieselbe Architektur zu erkennen. Es ist ein grosses und mächtiges System von abwechselnden Trapp- und Tuffschichten. Die Trappschichten sind von $1/2$ bis 5 oder 6 Meter und darüber mächtig; für die Tuffschichten existiren keine bestimmten Gränzen der Mächtigkeit, da oft ganze Gebirge lediglich aus ihnen

bestehen. Zahlreiche Gänge von Trapp steigen senkrecht durch das Schichtensystem auf, und gehen gewöhnlich in einer oder der anderen Trappschicht zu Ende. Die Tuffschichten aber enthalten zuweilen marine Conchylien, oder werden von Lagen von Braunkohle oder bituminösem Holze (Surturbrand) begleitet.

In noch weit grösseren Verhältnissen treffen wir die deckenförmige Lagerung der Basaltformation in Vorderindien. Nach den Berichten von Voysey, Dangerfield, Sykes, Malcolmson und Clark ist sie in Deccan fast in ununterbrochener Ausdehnung über einen Raum von mehr als 12000 geographischen Quadratmeilen abgelagert, als eine colossale Decke, welche viele Etagen unterscheiden lässt, die z. Th. terrassenartig über einander aufsteigen, während das Ganze ein 3000 bis 4000 Fuss hohes Tafelland mit steil abstürzenden Rändern und tief einschneidenden Spaltenthälern bildet. Diese Basaltformation ist auch in einem grossen Maassstabe geschichtet; vom Meeresspiegel bis zu 4000 F. Höhe sieht man einen Wechsel von fast horizontalen Basalt- und Mandelsteinlagern, welche, so weit das Auge reicht, einen vollkommenen Parallelismus ihres Verlaufes erkennen lassen. In Malwa konnte Dangerfield 14 dergleichen Lager unterscheiden, von denen das tiefste Basaltlager 200 Fuss mächtig ist. Da die Mandelsteine leichter zerstörbar sind, als die Basalte, so wechseln schroffe Abstürze mit sanften Abhängen ab, von denen jene nackter Fels, diese aber herrlich bewaldet sind. Rothe Tuffschichten von mehren Fuss Mächtigkeit trennen gewöhnlich die einzelnen Lager der krystallinischen Gesteine. Das ganze System zeigt eine sehr schwache Einsenkung nach Osten, und wird oft von verticalen Basaltgängen durchschnitten, ohne dabei irgend eine Störung seiner Schichtung zu erleiden. Malcolmson entdeckte bei Munoor, Hutnoor, Chiknee u. a. O. im Basalte zahlreiche grosse Sandsteinfragmente mit vielen Süsswasser-Conchylien und Gyrogoniten.

Dieselbe Ausbreitung der Basaltformation zu grossen Tafelländern ist auch durch M'Cormick auf Kerguelen-Island, durch Rochet in den Gebirgen von Gondar in Abyssinien, durch Ruxton in Nordmexico längs der Sierra Madre auf 200 Meilen Länge nachgewiesen worden, so dass wir durch diese, bereits in so vielen Ländern erkannte Lagerungsform erst eine angemessene Vorstellung von der Bedeutsamkeit dieser Formation gewinnen, weshalb wir auch etwas länger bei diesen Decken verweilen zu müssen glaubten.

An diese Decken schliessen sich die Basaltlager und Basaltströme an, für welche letztere oft die Kratere nachgewiesen werden können, aus denen sie ausgeflossen sind, so dass sie sich nach allen ihren Verhältnissen den neueren Laven anschliessen, und dass die Basaltformation als eine mit ihren jüngsten Gliedern bis in die gegenwärtige Periode hineinreichende Bildung betrachtet werden muss, während ihre ältesten Glieder in die miocäne Periode und zum Theil noch weiter zurückreichen; (Vicenza, Cap Passaro).

Die Basaltlager sind theils effusive, theils intrusive Bildungen, und im letzteren Falle eigentlich als Lagergänge, als seitliche Ausläufer oder als Apophysen wirklicher Basaltgänge oder Basaltstöcke zu betrachten. Ausgezeichnete Beispiele von effusiven Lagern liefern uns eigentlich schon

alle die Etagen, aus denen die Basaltdecken aufgeschichtet zu sein pflegen; andere, noch auffallendere, weil durch mächtige sedimentäre Schichtensysteme getrennte Lager der Art finden sich nach Hoffmann im Val di Noto in Sicilien, wo mit dem dortigen tertiären Kalksteine Basalte und Palagonit-Tuffe auf das Regelmässigste abwechseln. — Dagegen liefern das von Hausmann beschriebene Basaltlager im Muschelkalk bei Dransfeld unweit Göttingen, das Basaltlager im Braunkohlensandsteine bei Qualen, zwischen Aussig und Lobositz, die z. Th. ramificirenden Trapplager von Trotternisch und von der Bay of Laig auf Sky eben so ausgezeichnete Beispiele von intrusiven Lagern.

Was die aus wirklichen Krateren ausgeflossenen Basaltströme betrifft, so besitzen wir in Teutschland ein ganz unzweifelhaftes Beispiel am Mosenberge in der Eifel, wo aus einem Schlackenkrater ein deutlicher Strom von porösem, olivinreichem Basalte hervortritt. Im südlichen Frankreich, zwischen Agde und Béziers (Hérault) liegt auf dem Plateau Roque-Haute ein kleiner erloschener Vulcan, aus welchem sich zwei grosse Ströme von Basalt herabziehen. Andere und höchst überzeugende Beispiele finden sich im Vivarais; dort ist es namentlich der Basaltstrom von Montpezat, welcher aus einem Schlackenkegel hervorbricht und weit thalabwärts verfolgt werden kann. Der Basalt liegt auf dem Geröllgrunde eines alten Flussbettes, ist säulenförmig abgesondert, und ganz identisch mit den ausgezeichnetsten Varietäten desselben Gesteins von anderen Lagerstätten. In anderen Thälern des Vivarais und Velay kommen ganz ähnlich gelagerte langgestreckte Basaltmassen vor, welche man zwar nicht immer bis zu ihrem Ursprunge verfolgen kann, dennoch aber mit allem Rechte als die Ueberreste basaltischer Ströme zu betrachten hat. Selbst der Pöhlberg in Sachsen, dessen in mächtige verticale Säulen abgesonderter Basalt auf Thon-, Sand- und Geröllschichten ruht, lässt sich nur als der Ueberrest eines grossen Basaltstromes deuten, welcher wahrscheinlich von dem zwei Stunden weiter südlich gelegenen Bärensteine herabgeflossen ist.

Eine dritte Lagerungsform der basaltischen Gesteine ist die in einzelnen Kuppen und in Gangstöcken. Die meisten grösseren Basalt-Territorien werden an ihren Gränzen von Basaltkuppen, gleichsam wie von Trabanten umgeben, und ähnliche Kuppen ragen an unzähligen Punkten entweder als sehr weit hinausgeschobene Vorposten einer grösseren Basalt-Ablagerung, oder auch als ganz sporadische Erscheinungen, als einsiedlerische Zeugen localer basaltischer Durchbrüche auf. Denn, wenn auch viele solcher Basaltkuppen als Ueberbleibsel zerstörter Ströme und Decken zu deuten sind, so lässt doch ein grosser Theil derselben alle Merkmale von ursprünglichen Kuppen erkennen. Dass dergleichen Basaltkuppen nicht blos oberflächlich auf ihre Basis aufgesetzt sein können, sondern irgendwo und irgendwie in die Tiefe hinabgreifen müssen, diess folgt aus ihrer Bildungsweise, vermöge welcher sie als solche basaltische Massen zu betrachten sind, welche unmittelbar über einem Eruptionsschlunde oder über einer Eruptionsspalte aufgethürmt und ausgebreitet wurden. Hat die Spalte, bei bedeutender Weite, eine angemessene

Länge, so erscheinen diese Massen als langgestreckte **Basaltrücken**; ist der Eruptionsschlund nur die locale Erweiterung einer übrigens geschlossenen Spalte so zeigen die Kuppen eine mehr arrondirte, **kegelförmige Gestalt**. Diese Kuppen sind, wie Mayer sagt, mit Nagelköpfen zu vergleichen, deren Stift tief in den Schooss der Erde reicht. Bisweilen liegen mehre Basalt-Rücken oder Kuppen in einer geraden Linie hinter einander, was vermuthen lässt, dass sie längs einer und derselben Spalte hervorgetreten sind.

Dergleichen Basaltkuppen finden sich sehr zahlreich und bald gross bald klein, bald rund bald langgestreckt, in den Umgebungen des böhmischen Mittelgebirges, auch im östlichen Theile des Leitmeritzer, im nördlichen Theile des Bunzlauer Kreises so wie in der Oberlausitz. Mehr vereinzelt erscheinen sie auf dem Rücken des Erzgebirges. Ueberhaupt aber gehören sie zu den so gewöhnlichen und bekannten Vorkommnissen des Basaltes, dass es unnöthig erscheint, besondere Beispiele aufzuführen. Ihre gewöhnlichste Gestalt, sagt Cotta, ist im Allgemeinen so wunderbar gleichförmig, dass man sie oft schon aus grosser Entfernung erkennen kann. Es sind **Kegel**. Von dieser Normalform finden freilich mancherlei Abweichungen Statt; die runde Basis dehnt sich in die Länge; die Spitze gestaltet sich zum Felsenkamm oder Rücken; die Abhänge verflächen sich ungleich, oder erheben sich wiederholt in unregelmässigen Stufen und Felsen. Allein die meisten Formen lassen sich auf die Kegel- und Kuppelform zurückführen, welche beide bisweilen recht vollkommen ausgebildet sind. Cotta, in Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen etc. Heft IV, S. 61 f.

Für manche Kuppen ist ihre Fortsetzung in grosse Tiefe auch wirklich dargethan worden. Der durch seine wunderschöne Säulenbildung berühmte Basaltberg von Stolpen in Sachsen liegt auf einer Höhe des dortigen Granitlandes; der Basalt aber ist im Schlossbrunnen 287 Fuss tief ununterbrochen verfolgt worden. Der Druidenstein, eine Basaltkuppe in der Gegend von Siegen, welche zwar nur 70 Fuss über dem Thonschiefer aufragt, ist durch bergmännische Arbeiten mit einem trichterförmigen Schlunde in die Tiefe fortsetzend erkannt worden. Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel beschreibt Murchison aus dem Kohlenreviere von Cornbrook unweit Ludlow, wo eine breite Basaltkuppe dem Steinkohlengebirge aufliegt, aber in der Tiefe mit einem mächtigen Gange zusammenhängt, dessen Existenz durch den Kohlenbergbau nachgewiesen wurde. *The Sil. System*, *p.* 125 f. Manche Kuppen sind mit einer Schlackenmütze bedeckt oder von einem Schlackenmantel umhüllt, während andere kraterähnliche Vertiefungen auf ihrem Gipfel zeigen. Auch kennt man hier und da **unterirdische** oder typhonische Basaltkuppen, welche gar nicht zu Tage austreten, wie z. B. in dem vorerwähnten Kohlenreviere von Cornbrook, so wie eine kleine Doleritkuppe zwischen Honnef und Rheinbreitenbach.

Die interessanteste, wenn auch unscheinbarste, weil am wenigsten sich breit machende Lagerungsform ist endlich diejenige, welche uns in den **Basaltgängen** entgegen tritt, in diesen Ausfüllungen der aus dem

vulcanischen Heerde heraufreichenden Spalten und Risse. Diese Gänge erscheinen in allen möglichen Dimensionen, von einigen hundert Fuss bis zu wenigen Zoll Mächtigkeit, haben gewöhnlich eine verticale oder doch steile Lage, stehen oft in unmittelbarem Zusammenhange mit anderen Lagerungsformen, treten aber auch nicht selten selbständig auf, und finden sich bald vereinzelt, bald zahlreich beisammen.

Sie bestehen bald aus Basalt, bald aus Anamesit oder Dolerit, zeigen oft in der Mitte und an ihren Salbändern eine auffallend verschiedene petrographische Beschaffenheit, und durchschneiden die verschiedensten Formationen, namentlich auch ältere Gesteine der Basaltformation so wie deren Conglomerate und Tuffe. Nach oben endigen sie entweder, in Folge der Abtragung oder Denudation, an der Gebirgsoberfläche, oder sie verlieren sich in irgend anderen basaltischen Gebirgsgliedern, wie zumal häufig in Decken und Lagern, oder sie keilen sich auch aus, wobei sie bisweilen in mehre Trümer zerschlagen sind, die mitunter als ganz feine Adern zu Ende gehen. Wo ihrer viele in einer und derselben Gegend auftreten, da zeigen sie oft einen bestimmten Parallelismus ihres Verlaufes, oder kreuzen sich auch unter fast rechten Winkeln. Bisweilen sind sie als Lagergänge ausgebildet, indem sie sich zwischen zwei Schichten des Nebengesteins eindrängen und daselbst mehr oder weniger weit fortlaufen. Nicht selten treten sie wie Mauern hervor, wenn ihr Nebengestein zerstört und abgetragen worden ist, während an den Meeresküsten zuweilen das Gegentheil vorkommt, indem die Basaltgänge von der Brandung mehr oder weniger tief ausgespült worden sind, und daher mit spaltenförmigen Höhlen beginnen. Fragmente, theils vom Nebengesteine, theils von tiefer liegenden Massen abgesprengt, und mehr oder weniger verändert, finden sich oftmals eingeschlossen; wie denn die Basaltgänge überhaupt nicht selten diejenigen Erscheinungen beobachten lassen, welche eine gewaltsame mechanische, oder auch eine pyrokaustische Einwirkung auf die von ihnen durchbrochenen Gesteine beweisen.

Basalt- oder Trappgänge *) gehören zu den so häufig vorkommenden Erscheinungen, dass nur einige der erwähnten Verhältnisse einer Erläuterung durch Beispiele zu bedürfen scheinen.

Viele Basaltgänge auf kleinem Raume beisammen sieht man am linken Elbufer oberhalb Aussig, wo sie im Braunkohlensandsteine aufsetzen und

*) Es scheint in der That sehr vortheilhaft, das allgemeinere Wort Trapp als einen Collectivnamen für die mancherlei Gesteine der Basaltformation zu gebrauchen, und demgemäss auch die Formation selbst als Trappformation aufzuführen.

mit der aufliegenden mächtigen Basaltdecke im Zusammenhange stehen. Eine ganz ähnliche Erscheinung wiederholt sich auf der Insel Sky bei Swisnish-Point, wie der im ersten Bande S. 944 stehende Holzschnitt zeigt. Auf derselben Insel setzen bei Strathaird ausserordentlich viele verticale Basaltgänge durch horizontale Sandsteinschichten; sie rücken einander so nahe, dass Macculloch an einer Stelle von 150 Fuss Breite nicht weniger als 7 Gänge von 60 bis 70 Fuss summarischer Mächtigkeit beobachtete. An der Küste von Corygills auf Arran lassen sich auf kleinem Raume an 30 Trappgänge zählen, und auch auf Island erscheinen sie oft, wie zumal am Berufjord, Eskifjord und am Esia, in grosser Anzahl beisammen. — Die Verschiedenheit der Gesteinsbeschaffenheit in den verschiedenen Theilen eines und desselben Ganges ist oft recht auffallend. Bei Loch Oransa in Perthshire sah Macculloch einen Gang, in welchem sich gemeiner und porphyrartiger Basalt, Dolerit und Mandelstein zugleich finden. Besonders häufig aber kommt die Erscheinung vor, dass das Gestein der Salbänder und der Mitte eines Ganges sehr verschieden ist; namentlich werden die Salbänder oft von Wacke gebildet, während das Innere aus ächtem, oft säulenförmig oder kugelig abgesondertem Basalte besteht; ja bisweilen wird der Gang noch ausserdem an beiden Seiten von einem rothen oder braunen, bolusähnlichen Saume eingefasst. Al. Brongniart beschreibt einen Basaltgang aus dem Val Nera bei Vicenza, welcher in der Mitte aus porösem Mandelstein, zu beiden Seiten dagegen aus prismatisch abgesondertem Basalt besteht. Vorzüglich interessant sind die zuweilen an den Salbändern der Trappgänge vorkommenden Glaskrusten. Südwestlich von Palagonia sah Hoffmann in einem braunrothen Tuff mehre kleine Basaltgänge, die an ihren Salbändern von einer zollstarken Glaskruste eingefasst sind, welche ganz allmälig in den dichten Basalt verläuft. Auch auf den Hebriden zeigen manche der in den Schichten der Lias- oder Juraformation aufsetzenden Trappgänge zu beiden Seiten einen Saum von glasartiger Natur. Auf Island wurde diese Erscheinung schon von Mackenzie als eine an den dortigen Trappgängen sehr gewöhnliche erkannt, was denn auch durch die Beobachtungen von Krug von Nidda und Sartorius von Waltershausen vollkommen bestätigt worden ist. — Für den Zusammenhang der Trappgänge mit anderen Gebirgsgliedern liefert fast jede Basaltregion Beispiele. Freiesleben sprach es schon im Jahre 1800 aus, dass dergleichen Gänge fast immer in der Nähe von Basaltbergen vorkommen; und in der That verhalten sie sich oft zu den letzteren, wie die Wurzeln zu einem Stamme. Besonders häufig aber ist ihr Zusammenhang mit Decken und Lagern zu beobachten, wofür schon im Vorhergehenden einige Beispiele angeführt worden sind, namentlich aber die isländische Trappformation äusserst zahlreiche und überzeugende Belege liefert. Die meisten Trappgänge, welche die dortigen Trappschichten durchschneiden, gehen allemal in irgend einer dieser Schichten zu Ende, mit welcher sie ein stetig zusammenhängendes Ganzes bilden. — Basaltgänge, welche sich nach oben auskeilen, sind mehrfach beobachtet worden; Kittel erwähnt im bunten Sandsteine zwischen Gross-Ostheim und Gross-Wallstadt einen Basaltgang, der unten 4 Fuss mächtig ist, in der Höhe aber sich auskeilt; und Sedgwick und Murchison beschreiben mehre Doleritgänge aus der Gegend von Sonthofen, welche nach oben keilförmig zu Ende gehen. Besonders interessant sind die von Hoffmann auf den Cyclopen-Inseln bei Trezza

beobachteten Thatsachen, wo der analcimreiche Anamesit in die über ihm liegende Creta Gänge hinaufgetrieben hat, welche meist senkrecht aufsteigen, sich oft verzweigen, und bisweilen als papierdünne Basaltlamellen endigen. — Dergleichen Verzweigungen sind auch aus Schottland bekannt, wie z. B. auf der Insel Hamersa bei North-Uist, wo Macculloch im Gneisse einen bis 20 F. mächtigen Basaltgang sah, der sich ganz regellos aber sehr fein in das Nebengestein ramificirt; kleinere Basaltgänge mit z. Th. haarfeinen Verästelungen finden sich auch auf North-Uist, Barra und anderen Inseln; Faujas beschrieb schon vor langer Zeit die merkwürdigen Erscheinungen von Villeneuve de Berg im Vivarais, wo sich ein Basaltgang zwischen Kalksteinschichten verzweigt, und oft in haarfeine Adern ausläuft. — Dass in solchen Gegenden, wo viele Trappgänge vorkommen, oft ein Parallelismus ihres Verlaufes, also ungefähr dieselbe Streichrichtung für alle Statt findet, diess hat schon Boué auf Arran und Sky beobachtet, S. v. Waltershausen aber noch genauer nachgewiesen, indem er zeigte, dass auf Arran eigentlich zwei Systeme von Gängen existiren, welche einestheils eine nordwestliche, andern-theils eine nordöstliche Richtung haben, sich auch nicht selten kreuzen, ohne sich jedoch zu durchsetzen; vielmehr ist es in solchem Falle eine und dieselbe Gesteinsmasse welche von dem Kreuzungspunkte nach allen vier Weltgegenden ausläuft, so dass man an der gleichzeitigen Bildung aller vier Arme eines solchen Gangkreuzes nicht zweifeln kann. Derselbe ausgezeichnete Geolog erkannte auch, dass die zahlreichen Trappgänge der Insel Island grösstentheils ein nordnordöstliches Streichen besitzen, während an den Küsten von Antrim die nordwestliche Richtung vorzuwalten scheint. — Was endlich das mauerartige Aufragen mancher Basaltgänge betrifft, so mögen ein paar Beispiele genügen. Die Teufelsmauer, bei Böhmisch-Aicha im Bunzlauer Kreise, liefert einen sehr ausgezeichneten Fall; sie wird von dem Ausgehenden eines 2 Lachter mächtigen, aber mehr als 2 Stunden weit in nordnordöstlicher Richtung geradlinig fortlaufenden Basaltganges gebildet, welcher über den ihn einschliessenden Sandstein zwei, drei und stellenweise noch mehre Lachter heraustritt. In Island sind die Trappgänge oft wie Mauern stehen geblieben, während die sie einschliessenden Tuffschichten zerstört wurden, was mitunter sehr auffallende Erscheinungen veranlasst; bei Diupavogr, sagt Krug v. Nidda, glaubt man sich mitten in die Ruinen einer Stadt versetzt, so zahllose Gangmauern durchkreuzen sich; sie ragen oft gegen 100 Fuss hoch auf, sind meist nur 3 bis 4 Fuss stark, und laufen theils parallel, theils kreuzen sie sich, so dass sie lange Gassen oder grosse Gemächer zwischen sich bilden. Aehnliches erwähnt Sartorius v. Waltershausen vom Dromedoon-Point auf der Insel Arran, wo die zahlreichen Trappgänge meist in oder etwas unter dem Meeresspiegel liegen, so dass sie nur zur Ebbezeit deutlich hervortreten; dann wird die Wasserfläche durch die senkrecht aufsteigenden Mauern gleichsam in Schachfelder getheilt, deren mit Wasser erfüllte Räume riesigen Fischkasten ähnlich sehen.

§. 452. *Gesteinsformen und Structuren der Basaltformation.*

Die Dolerite, die Anamesite und die Basalte zeigen sehr häufig eine recht ausgezeichnete prismatische oder säulenförmige Abson-

derung; ja man kann wohl sagen, dass diese Gesteinsformen bei keiner Formation in gleicher Häufigkeit und Schönheit angetroffen werden, als bei den genannten Gesteinen der Trappformation. Die Säulen finden sich in allen möglichen Dimensionen, zolldick bis zu vielen Fuss stark, dabei von einigen wenigen bis zu mehren hundert Fuss Länge, gewöhnlich gerade gestreckt, bisweilen auffallend gekrümmt, bald ungegliedert, bald gegliedert, welche letztere Erscheinung wiederum auf sehr verschiedene Weise vorkommt; (I, 524). Nicht selten entfalten die Säulen bei der Verwitterung des Gesteins eine Absonderung in concentrisch-schalige Sphäroide, so dass sich jede Säule in eine Reihe von Kugeln auflöst. Bisweilen sind die Zwischenräume oder Trennungsklüfte der Säulen mit Zeolith oder mit einer anderen Substanz ausgefüllt.

Die Stellung und Gruppirung der Säulen ist sehr verschieden nach Maassgabe der verschiedenen Lagerungsformen, in welchen die Gesteine auftreten; doch macht sich im Allgemeinen immer das Gesetz geltend, dass die Axen der Säulen auf denjenigen Flächen normal stehen, von welchen die Abkühlung der Gesteinsmassen ausgegangen ist. Da diess nun hauptsächlich die Contact- und Begränzungsflächen gegen die unterliegenden oder nebenliegenden Gesteine sind, so wird auch die Stellung der Prismen in den verschiedenen Gebirgsgliedern eine sehr abweichende sein.

In den Decken, effusiven Lagern und Strömen pflegt daher, wenn sich solche noch in ihrer ursprünglichen Lage befinden, eine verticale Stellung der Säulen zu walten, welche sich oft meilenweit mit grosser Regelmässigkeit verfolgen lässt; dieselbe Stellung kommt auch bei intrusiven Lagern vor, sobald sie horizontal liegen. Ueberhaupt aber dürfte eine durchgreifend verticale Säulenstellung immer auf eine fast horizontale Auflagerung des betreffenden Gebirgsgliedes schliessen lassen. Wenn also eine Basaltkuppe durchaus senkrechte Säulen zeigt, so kann man wohl in der Regel folgern, dass sie der rückständig gebliebene Theil einer Decke oder eines Stromes, und mithin keine ursprüngliche Kuppe sei. Indessen zeigen sowohl Decken wie Ströme bisweilen auch eine unregelmässige Säulenstellung, indem die Säulen zu einzelnen bündelförmigen oder büschelförmigen Gruppen verbunden sind, welche in sehr verschiedener Lage und ohne eine erkennbare Regel in einander gefügt erscheinen.

In den Kuppen, sofern sie nämlich ursprüngliche Kuppen sind, kommt nicht selten eine kegelförmige Anordnung der Säulen vor, indem solche um die Axe des Berges symmetrisch und dergestalt geneigt sind, dass sie alle nach oben convergiren; diese Stellung berechtigt wohl zu der Vermuthung, dass die Kuppe mit ihrem unteren Theile in eine flach trichterförmige oder kesselförmige Vertiefung hinabreicht, welche als die obere Erweiterung des Eruptions-Schlundes zu betrachten sein dürfte. Seltener findet eine büschelförmige, oder eine von unten nach oben diver-

girende Anordnung der Säulen Statt; auch kommen bisweilen kugelförmige oder radial nach allen Richtungen (St. Sandoux in der Auvergne), federförmige oder von einer Fläche nach zwei Seiten divergirende, und endlich oftmals ganz regellose Gruppirungen der Säulen vor.

In den Gängen stehen die Säulen rechtwinkelig auf den Salbändern, was, namentlich bei minder mächtigen Gängen, oft mit grosser Regelmässigkeit quer durch den ganzen Gangkörper zu beobachten ist; dabei lässt sich zuweilen in der Mitte des Ganges eine Kluft oder Demarcationsfläche erkennen, in welcher die von beiden Seiten her gebildeten Säulen zusammen treffen. Stehen die Gänge vertical, so erscheinen sie geklaftert, wie es Sartorius v. Waltershausen nennt, d. h. wie eine aus Scheiten regelmässig aufgeschichtete Klafter Holz. In den mächtigeren Gängen und in den Gangstöcken findet zwar meist noch an den Salbändern die normale Stellung der Säulen Statt, während weiter einwärts ganz andere Stellungen und Gruppirungen derselben vorzukommen pflegen, wobei sich jedoch nicht selten noch eine mediane Demarcationslinie zwischen beiden Ganghälften zu erkennen giebt.

Als einige besonders schöne Beispiele von säulenförmiger Absonderung mögen folgende erwähnt werden. Der Basaltberg von Stolpen, und die neulich durch Reichel in schönen Abbildungen dargestellten Berge von Steinschönau und Wittgendorf bei Zittau in Sachsen; (die Basalte und säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend, 1852). Der Minderberg (oder Mendeberg) bei Linz in Rheinpreussen, der Bildstein bei Lauterbach im Vogelsgebirge, der Diberschaarberg bei Leiden im Schlesisch-mährischen Gebirge, der Berg von Chenavari in der Kette der Coyrons und viele Basaltströme des Vivarais, die berühmten Colonnaden der Insel Staffa, des Riesendammes in Antrim, und auf Gariveilan, wo die Säulen nach Macculloch bis 1000 Fuss Länge erreichen sollen.

Die Abhängigkeit der Säulenstellung von der Lage der Abkühlungsflächen giebt sich in manchen Fällen auf eine recht augenscheinliche Weise zu erkennen. Der Basaltstrom von Entraigues im Vivarais lehnt sich an einer Stelle des Thales gegen eine sehr steile Gneisswand, welche unten allmälig abfallend, an ein altes Strombett angränzt; nach Lyell und Murchison sieht man deutlich, wie die, oben fast horizontalen Basaltsäulen allmälig eine immer mehr geneigte Lage annehmen, bis sie endlich auf der Thalsohle senkrecht stehen. Cotta beschreibt eine kleine Basaltpartie von Dittersbach in Böhmen, welche fast halbkugelig gegen den Sandstein begränzt, unmittelbar an der Gränze krummschalig, im Innern aber dergestalt radial säulenförmig abgesondert ist, dass die Säulen wie die Speichen eines Rades gegen die Gränze gerichtet sind. Sartorius v. Waltershausen berichtet, dass die verticalen Trappgänge Islands, da wo sie in ein horizontales Trapplager übergehen, es deutlich erkennen lassen, wie an der Umbiegungsstelle die horizontale Lage der Gangprismen allmälig in die verticale Stellung der Lagerprismen übergeht. Aehnliche Erscheinungen sind in vielen anderen Basaltregionen nachgewiesen worden.

Die plattenförmige Absonderung ist nicht gerade häufig sehr ausgezeichnet zu beobachten, und scheint besonders bei gewissen sehr dichten Basalten vorzukommen, welche dadurch einige Aehnlichkeit mit

dunkelfarbigen Phonolithen erhalten. Indessen sind auch viele säulenförmige Basalte mit einer, die Säulen durchschneidenden plattenförmigen Structur versehen, welche jedoch, eben so wie die zuweilen vorkommende krummschalige Structur, nicht so dünn und regelmässig ausgebildet zu sein pflegt, als die selbständige und ebenflächige plattenförmige Absonderung. Die Lage der Platten richtet sich meist nach der Lagerungsform des betreffenden Gebirgsgliedes.

Wenn Basaltgänge plattenförmig abgesondert sind, so liegen die Platten den Salbändern parallel. In den Kuppen kommt wohl bisweilen eine kegelförmige Anordnung der Platten in ähnlicher Weise vor, wie solches S. 1111 bei den Phonolithen erläutert worden ist; Burat a. a. O. S. 201. Besonders interessant ist die gebogen-plattenförmige oder krummschalige Structur, bei welcher die Platten gewöhnlich zu grossen, concentrischschaligen Sphäroiden verbunden sind. Solche Sphäroide von 15 Fuss im Durchmesser beschrieb Faujas von Pradelles im Vivarais, wo sie einen isolirten Basaltberg zusammensetzen. In einem weit grösseren Maassstabe lehrte uns Nöggerath dieselbe Erscheinung am Rückertsberge bei Obercassel unweit Bonn kennen, wo die Axe des in der plattenförmigen Absonderung hervortretenden Ellipsoides mehre hundert Fuss im Durchmesser erreicht; die Platten sind 3 bis 18 Zoll dick, und die ganze Erscheinung ist, wie gewöhnlich, zugleich mit einer säulenförmigen Absonderung verbunden, deren Prismen normal auf den Platten stehen, und folglich radial geordnet sind. Etwas Aehnliches erwähnt Pötzsch von Schönberg in der Oberlausitz, in seinem Buche über das Vorkommen des Granites S. 122.

Eine sehr gewöhnliche und fast in allen Gesteinen der Basaltformation vorkommende Erscheinung ist die kugelige Absonderung, welche jedenfalls in einer latenten sphäroidischen Structur begründet ist, und daher erst durch die Verwitterung recht sichtbar gemacht wird. Die Kugeln zeigen eine concentrisch-schalige Exfoliation, enthalten im Innern einen festen Kern, und haben einige Zoll bis zu ein paar Fuss im Durchmesser. Gewöhnlich erscheinen kleinere und grössere, verschiedentlich gestaltete Sphäroide durch einander, ohne irgend eine Regel der Anordnung erkennen zu lassen. Wenn sich aber die kugelige Absonderung aus der säulenförmigen entfaltet hat, dann pflegen die Kugeln nicht nur von gleicher Gestalt und Grösse, sondern auch nach den Axen der Säulen reihenförmig geordnet zu sein, indem sich jede einzelne Säule zu einer Reihe von Kugeln aufgelöst hat. Wenn die Verwitterung und Zersetzung des Gesteins sehr weit fortgeschritten ist, so sieht man nur eine zerrüttete, bröckliche Grundmasse, in welcher viele festere Kugeln regellos zerstreut sind.

Bei der Häufigkeit der kugeligen Absonderung bedarf es keiner Hinweisung auf besondere Beispiele; Reuss bemerkt, dass sie vorzüglich an den olivin- und augitreichen Basalten vorkommt. Die von Hoffmann an mehren

Punkten des Val di Noto in Sicilien beobachteten Basaltkugeln mit zolldicken Glaskrusten dürften nach Sartorius v. Waltershausen als Bomben zu betrachten sein; I, 476.

Endlich kommen auch häufig ganz unregelmässige Absonderungen vor, welche theils als knollige, theils als polyëdrische Absonderung erscheinen, je nachdem die einzelnen Gesteinskörper rundlich oder ebenflächig begränzt sind. Die rundknollige Absonderung ist der kugeligen sehr nahe verwandt, während die polyëdrische Absonderung nicht selten Uebergänge in die prismatische Absonderung erkennen lässt.

§. 453. *Schlackenbreccien, Conglomerate und Tuffe.*

Wo die Basalte in einer unzweifelhaften Beziehung zu Vulcanen oder doch zu solchen Eruptions-Schlünden stehen, aus welchen vor oder nach dem Basaltausbruche lose Auswürflinge zu Tage gefördert worden sind, da finden sie sich auch mit Ablagerungen von schwarzen, braunen oder rothen Schlacken und Lapilli vergesellschaftet, aus denen namentlich die Basaltströme nicht selten hervortreten. Die Auvergne, das Vivarais und die Eifel sind reich an solchen Beispielen, welche uns den innigen Zusammenhang zwischen der Basaltformation und der Lavaformation recht augenscheinlich vorführen. Dergleichen basaltische Schlacken sind bisweilen durch Basaltmasse zu festen Breccien verkittet, welche theils kleine Kuppen oder Gänge, theils einseitige Umhüllungen anderer Gebirgsglieder, bisweilen auch stromähnliche Ablagerungen bilden. Häufiger jedoch erscheinen sie als lose Geschütte, welche zu Kegeln oder Krateren aufgehäuft sind.

Am Mezenc sieht man öfters Basaltströme, die anfangs aus Schlackenbreccien bestehen, aus denen erst weiter abwärts der reine Basalt entbunden wird. Auch kleine Gangstöcke von solchen Breccien ragen hier und da hervor; ein sehr auffallendes Beispiel findet sich am Wege von Villard nach Fayt, wo eine enorme Masse von schlackiger Basaltbreccie kuppenförmig aufragt. Die berühmte Roche-Rouge, bei Brives im Velay, ein aus dem Granit hervorragender, fast 100 Fuss hoher, cylindrischer Felsen, welcher aus einem wild durch einander gestürzten Haufwerke von Schlacken, Basalt und Granitfragmenten besteht, wird von Bertrand als das rückständige Ausfüllungsmaterial eines Eruptionsschlundes betrachtet.

In Böhmen kennt man gleichfalls einige hierher gehörige Erscheinungen. Am Wolfsberge bei Czernoschin im Pilsner Kreise, einer langgestreckten Basaltkuppe, sieht man deutlich eine Masse von Schlacken und rothem blasigem Basalt, welche wie ein mächtiger, nach oben sich stockförmig ausbreitender Gang den dichten Basalt durchschneidet, in welchen sie beiderseits überzugehen scheint. Am Hradischer Berge, zwei Stunden nordöstlich vom Wolfsberge, setzt ein Gang von schlackigem Basalt durch den dichten Basalt. Mayer,

in Verhandl. der Ges. des vaterl. Museums, 1833, S. 22. — Anders verhält es sich am Kammerbühl bei Franzensbrunn unweit Eger, an welchem die basaltischen Schlacken und Lapilli, gemengt mit vulcanischen Bomben, mit verglasten Glimmerschiefer-Fragmenten und gebrannten Quarzstücken, einen flachen Hügel bilden, an dessen westlicher Seite der Basalt später hervorgebrochen ist, dessen Massen sich an die Schlacken-Ablagerung anlehnen. Vergl. Heinrich Cotta, der Kammerbühl, 1833, und A. Reuss, die geogn. Verh. des Egerer Bezirkes, S. 34 ff. Eine zweite basaltische Schlacken-Anhäufung im Egerlande bildet den Eisenbühl bei Boden, dicht an der baierschen Gränze; Göthe machte zuerst auf sie aufmerksam, später gab Gumprecht eine Notiz über sie (Beiträge zur geogn. Kenntniss einiger Theile Sachsens und Böhmens, 1835, S. 226), und neuerdings ist sie von Reuss ausführlich beschrieben worden; a. a. O. S. 42 ff.

Wichtiger als diese Schlackenbildungen, weil häufiger und ausgedehnter in ihrem Vorkommen, sind die basaltischen Conglomerate und Tuffe (I, 712), denen wir in so vielen Basaltregionen begegnen. Diese Gesteine wurden grösstentheils unter der Mitwirkung des Wassers gebildet, zum Theil auch umgebildet; sie zeigen daher eine deutliche Schichtung, und enthalten nicht selten organische Ueberreste. Auch die Bruchstücke und Gerölle, die kleineren Körner und Staubtheile derjenigen basaltischen Gesteine, aus denen sie bestehen, sind wohl gewöhnlich durch die Fallthätigkeit des Wassers geliefert worden; bisweilen aber dürften sie als lose Auswürflinge, oder als eruptiver Reibungsschutt zu betrachten sein. Namentlich scheint das Material jener rothen Tuffe, welche so häufig zwischen den einzelnen Etagen der Basaltdecken eingeschaltet sind, nach Art des vulcanischen Sandes und der vulcanischen Asche aus Spalten herausgeschleudert, und auf dem Meeresgrunde über der vorher ergossenen Basaltdecke regelmässig ausgebreitet worden zu sein.

Manche dieser Tuff-Ablagerungen sind während ihres Zustandes einer längeren Submersion zu jenen eigenthümlichen Gesteinen umgebildet worden, welche Sartorius v. Waltershausen unter dem Namen der Palagonittuffe in die Wissenschaft eingeführt hat. (I, 714.)

Die Basalttuffe spielen zuvörderst eine wichtige Rolle im Gebiete der grösseren Basaltdecken, indem sie entweder mit den Schichten der krystallinischen Gesteine abwechseln, und dann oft eine grosse Mächtigkeit gewinnen, oder auch nur schmale Zwischenlager jener Schichten bilden, wie diess in §. 451 bei der Beschreibung solcher Basaltdecken mehrfach erwähnt worden ist. Auch im nördlichen Böhmen finden sich sehr mächtige Lager von Conglomeraten und Tuffen zwischen den einzelnen Etagen des dortigen Basaltplateaus. Im oberen Egerthale, zwischen Carlsbad und Klösterle, sind feinkörnige, regelmässig geschichtete Tuffe in grosser Mächtigkeit abgelagert; sie werden von Basaltgängen durchsetzt, und von gewaltigen Basaltmassen über-

lagert, gewinnen besonders bei Schlackenwerth eine grosse Verbreitung und enthalten dort Baumstämme oder vielmehr die rückständigen Hohlräume derselben, welche ursprünglich von Aragonit ausgefüllt waren, der jetzt zu Kalkspath umgewandelt erscheint.

Manche Basaltkuppen Böhmens sind auf eine solche Weise mit groben basaltischen Conglomeraten verbunden, dass die Bildung dieser letzteren auf Rechnung plutonischer Kräfte gesetzt werden muss; es sind Reibungsconglomerate, welche diese Kuppen theilweise emballirt haben, oder auch in deren Masse eingeknätet worden sind.

Die Basalttuffe, welche die drei Berge bei Siegburg unweit Bonn bilden, werden von Kalkspathtrümern durchschwärmt und enthalten nach Nöggerath viel verkieseltes Holz so wie cylindrische, von Stämmen und Aesten herrührende Höhlungen, die nicht selten mit Aragonit ausgekleidet sind. An der Nordseite des Seelbachkopfes im Westerwalde befindet sich eine Ablagerung von Basaltconglomerat, welche zahlreiche Fragmente von bituminösem und von verkieseltem Holze umschliesst; die oft mehre Fuss langen Scheite befinden sich fast alle in verticaler Lage, weshalb Nöggerath vermuthet, dass es ein eruptives Reibungsconglomerat sei, welches bei dem Durchbruche der Braunkohlenformation Stammfragmente mit sich heraufgerissen habe. Ueberhaupt gehören derartige Vorkommnisse von Holz nicht zu den seltenen Erscheinungen, und sowohl Nöggerath als Reuss gedenken mehrer ausgezeichneter Beispiele.

Sehr merkwürdig sind die in Schwaben, zwischen Reutlingen und Boll, sowohl am Rande als auch auf der Hochfläche des Jurakalksteins vorkommenden Basalttuffe, welche meist so viele eckige Fragmente und Blöcke von Kalkstein umschliessen, dass sie oft mehr wie Kalksteinbreccien, als wie Basalttuffe erscheinen. Diese Gesteine bilden theils Kuppen, theils stetig ausgedehnte Ablagerungen, theils auch (von oben hereingefluthete) Ausfüllungen von Spalten und weiten Klüften des Kalksteins. Quenstedt, im Neuen Jahrb. für Min. 1842, 306 f. und Flötzgebirge Würtembergs S. 502 f.

Zu den eigenthümlichen tuffartigen Bildungen gehören auch diejenigen, welche aus einer dichten, wackenähnlichen oder fast thonig erscheinenden, braunen, rothen, gelben oder grauen Grundmasse mit vielen eingeknäteten Krystallen und Krystallfragmenten von basaltischer Hornblende, Augit, Olivin, Glimmer oder Rubellan bestehen, oft blasig sind, in den Blasenräumen Zeolithe enthalten, und überhaupt eine dem Peperine (I, 713) ähnliche Beschaffenheit zeigen. Diese Tuffe, welche z. B. in Böhmen bei Luckow, Kostenblatt, Borislau, Schima und Luschitz vorkommen, scheinen subaquatische Dejectionsgebilde zu sein, und bilden gleichsam Mittelglieder zwischen dem festen Basalte und den gewöhnlichen Basalttuffen.

Wir hätten nun noch Einiges über die Einwirkungen der Basalte, Anamesite und Dolerite auf die angränzenden Gesteine, über das Alter und über die Bildungsweise derselben zu sagen. Da jedoch jene Einwirkungen schon im ersten Bande, theils in der Allöosologie der Gesteine (I, 773 ff. und 785 f.), theils in der Geotektonik (I, 958 ff.), ihre Altersbeziehungen aber schon bei den Phonolithen (S. 1112 f.) zur

Erwähnung gebracht worden sind, und da die früher sehr lebhaft verhandelte Streitfrage über die neptunische oder die vulcanische Bildung des Basaltes gegenwärtig als erledigt betrachtet werden kann, so wollen wir nur noch daran erinnern, dass der Anfang der basaltischen Eruptionen im Allgemeinen etwas später eingetreten zu sein scheint, als der Anfang der Trachyt-Eruptionen, dass jedoch einige Basalte, wie z. B. diejenigen der Gegend von Vicenza, schon in der eocänen Periode hervortraten, dass auf Island die Trachyte mitten in die Periode der Trapp-Eruptionen fallen, und dass nach Hoffmann am Cap Passaro in Sicilien Basalte unter solchen Verhältnissen vorkommmen, welche sie sogar in die Periode der Kreideformation zu verweisen scheinen*).

An eine neptunische oder sedimentäre Entstehung der Basalte dürften wohl heutzutage nur noch wenige Naturforscher glauben; die Geologen haben sich fast einstimmig für die plutonische und eruptive Bildung derselben entschieden; und auch die Meinung, dass ihnen ihr Material durch Schmelzung von Graniten, Amphiboliten, Grauwacken oder anderen präexistirenden Gesteinen geliefert worden sei, dürfte wohl ziemlich allgemein durch die Ansicht verdrängt worden sein, dass solches Material unmittelbar aus den Tiefen der Erde, aus jenem Abyssus stammt, wo sich noch Alles im feurigflüssigen Zustande befindet.

Drittes Kapitel.

Lavaformation.

§. 454. *Allgemeines; einfache Eruptionskegel.*

Die Lavaformation oder die neovulcanische**) Formation schliesst sich so unmittelbar an die beiden vorher betrachteten Formationen an, dass sie gewissermaassen nur als eine, bis in die Gegenwart hereinreichende Fortsetzung derselben zu betrachten ist. Sie begreift alle diejenigen, aus Gesteinen der Trachyt- und Basaltfamilie bestehenden Bildungen, welche lediglich unter Mitwirkung von eigentlichen Vulcanen entstan-

*) Sollte sich die Angabe von Dubois de Montpereux (*Bull. de la soc. géol.* VIII, p. 375) bestätigen, dass am Kaukasus in den Grünsandschichten der Kreideformation grosse abgerundete Trachytblöcke vorkommen, so würde es auch vortertiäre Trachyte geben.

**) Das Bedürfniss nach einer Unterscheidung dieser neueren vulcanischen Formation von den so ähnlichen älteren Bildungen mag den Gebrauch dieser *vox hybrida* entschuldigen.

den sind: also die Vulcane selbst, die von ihnen gelieferten Lavaströme, und die mancherlei aus losen Auswürflingen, so wie aus dem Schutte vulcanischer Gesteine bestehenden Ablagerungen. Eine scharfe Trennung von der Trachyt- und Basaltformation lässt sich weder zeitlich noch räumlich durchführen; denn alle Verhältnisse verweisen uns auf eine ganz allmälige Herausbildung der neovulcanischen Formation aus den älteren vulcanischen Formationen, und gar häufig haben sich Vulcane inmitten des Gebietes von trachytischen oder basaltischen Territorien entwickelt.

Die neovulcanische Formation führt uns eine, aus der jüngsten Tertiärzeit durch die quartäre Periode bis in die Jetztzeit in mehr oder weniger unterbrochener Entwickelung fortschreitende Reihe von Bildungen vor, welche alle den gemeinsamen Charakter besitzen, dass sie die Producte solcher Operationen sind, durch welche die Natur auf die Herstellung einer permanenten Communication zwischen dem Innern und der Oberfläche unseres Planeten hinarbeitete. In diesen Bildungen giebt sich uns, wie Abich sagt, der Vulcanismus als die permanent gewordene Thätigkeit einer ganz eigenthümlichen, durch Mitwirkung des Wassers bedingten Modification der plutonischen Kräfte zu erkennen. Oft erschlaffte oder erlosch diese Thätigkeit unmittelbar nach ihren ersten Angriffen, und dann entstanden nur einfache Eruptionskegel, kleine, embryonische, gleichsam in der Geburt erstickte Vulcane; oft aber erfolgten immer neue Angriffe durch die einmal eröffneten Canäle, und dann bildeten sich im Laufe der Zeiten jene vollständig entwickelten Vulcane aus, welche sich nicht nur durch die Grösse ihrer Dimensionen, sondern auch durch ihre oft seit Jahrtausenden dauernde, wenn auch nicht gerade gesteigerte Wirksamkeit von den kleineren, unentwickelt gebliebenen Vulcanen unterscheiden.

Die allmälig immer stärker gewordene Erdkruste erlangte endlich eine solche Festigkeit und Widerstandsfähigkeit, dass so bedeutende instantane Hebungen, wie sie in früheren Perioden oftmals eingetreten sein müssen, vielleicht kaum noch möglich sind. Desungeachtet aber findet, in Folge des an ihrer Innenseite langsam fortgehenden Erstarrungsprocesses, eine allmälige (säculare) Capacitäts-Verminderung Statt, durch welche endlich eine gewaltige Reaction des Erdinnern, ein unwiderstehlicher Druck nach aussen hin verursacht werden müsste, wenn nicht die permanenten Eruptionscanäle der Vulcane vorhanden wären. In diesen Canälen wird nämlich das überflüssige Material des Erdinnern ruhig aufwärts gepresst, bis es endlich diejenigen Regionen der Erdkruste erreicht, bis zu welchen die Wasser hinabzudringen vermögen; was bei verschiedenen Vulcanen in verschiedener Tiefe und in verschiedenem Maasse, bei den Küsten- und Inselvulcanen aber wohl in der grössten Tiefe und im reichlichsten Maasse der Fall sein wird. Durch den Conflict mit dem Wasser wird erst die eigentliche eruptive Thätigkeit angefacht, kraft welcher

die Lavasäule gehoben, zu losen Auswürflingen zerstiebt, und endlich als Lavastrom hervorgepresst wird. So sind denn die Vulcane, diese permanenten Durchbohrungen der Erdkruste, gewissermaassen mit Fontanellen zu vergleichen, durch welche die *materia peccans* ausgeführt und in ihren Wirkungen weit unschädlicher gemacht wird, als wenn die Erdkruste ringsum völlig geschlossen wäre; sie sind die Sicherheitsventile, durch welche gegenwärtig der Erdkruste und Erdoberfläche eine Stabilität gewährleistet wird, deren sie sich in früheren geologischen Perioden nicht zu erfreuen hatten. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen die Vulcane als eine höchst zweckmässige und wohlthätige Einrichtung der Natur.

Was nun zuvörderst die kleineren, embryonischen Vulcane betrifft, so stellen solche gewöhnlich kegelförmige Berge dar, mit einem Krater, dessen Rand theils stetig ausgedehnt, theils an einer oder auch an mehren Stellen durchbrochen ist. Diese oft sehr regelmässig gestalteten Kraterberge besitzen gewöhnlich Höhen von einem bis mehre Hundert Fuss, steigen selten über tausend Fuss auf, und bestehen meist nur aus Schlacken, Lapilli und vulcanischem Sande, bisweilen auch aus vulcanischen Tuffen, deren Schichten an der Aussenseite des Berges nach aussen, an der Innenseite desselben nach Innen fallen; wie solches natürlich ist, weil diese losen Auswürflinge rings um die Eruptionsöffnung aufgeschüttet wurden. Bisweilen ragt noch in der Mitte des Kraters ein kleiner Schlackenkegel auf, oder es finden sich wohl auch mehre dergleichen.

Wenn dem Ausbruche der losen Projectilien eine Lava-Eruption gefolgt ist, so zieht sich, gewöhnlich aus einer durchgerissenen Scharte oder Bresche des Kraters, bisweilen auch vom äusseren Fusse des Berges ein Lavastrom herab, welcher in seinem weiteren Verlaufe durch die vorhandenen Terrainformen bestimmt worden ist, und theils noch stetig verfolgt werden kann, theils aber, durch die späteren Wirkungen der Gewässer zerstückelt nur noch in einzelnen rückständigen Riffen, Felsen und Kuppen zu erkennen ist.

Zu den ganz rudimentären Vulcanen gehören auch die Maare, welche uns gewissermaassen das erste Vorspiel einer beginnenden Vulcanbildung vorführen, wie solches im ersten Bande S. 186 ff. erläutert worden ist. An diesen Maaren finden sich oft nur sehr unbedeutende Schlacken-Anhäufungen, während gefrittete und verglaste Fragmente des Grundgesteins nicht selten sind.

Diese kleineren Vulcane oder einfachen Eruptionskegel finden sich in vielen Gegenden und oft in grosser Anzahl beisammen, wo sie dann nicht selten eine reihenförmige Anordnung erkennen lassen, indem immer mehre derselben längs einer und derselben Spalte zur Ausbildung

gelangt sind. Sie liegen theils auf nicht vulcanischem, theils auf vulcanischem Boden, und im letzteren Falle besonders häufig auf den Abhängen grösserer, vollständig entwickelter Vulcane, wo sie als parasitische Bildungen, als laterale Eruptionsschlünde bisweilen zu Hunderten angetroffen werden.

Die Vulcane und Maare der Eifel, die zahlreichen Vulcane von Clermont in Frankreich, und jene von Olot in Catalonien liefern uns Beispiele von solchen Vulcanen, die auf nicht vulcanischem Boden hervorgebrochen sind, denn die ersteren liegen auf Grauwacke, die anderen auf Granit, und die letzteren auf Gesteinen der Nummulitenformation. Dagegen zeigen uns der Vesuv und der Aetna, Teneriffa, Canaria, Island und viele andere Gegenden dergleichen Eruptionskegel auf vulcanischem Boden, als Seitensprösslinge grösserer Hauptvulcane. Die Bocche nuove am Vesuv bildeten sich im Jahre 1794: eine Reihe von kleinen Kegeln und Krateren, aus denen der Lavastrom ausfloss, welcher Torre del Greco zerstörte. Auf den Abhängen des Aetna und im Val del Bove liegen nach Sartorius v. Waltershausen an 700 grössere und kleinere Kegel, als eben so viele Schlünde lateraler Ausbrüche, von denen einer im Jahre 1669 den Monte Rosso bildete, an dessen Fusse jener grosse Lavastrom hervorbrach, welcher sich bis in das Meer bei Catania herabwälzte. Der Hekla zeigt eine ganze Reihe von Krateren, und alle anderen isländischen Vulcane folgen auf ähnliche Weise grossen, in nordöstlicher Richtung ausgedehnten Spalten, über welchen sich zuweilen hundert kleine Kratere erheben, wie „Knospen eines und desselben Zweiges." Alle diese vulcanischen Kegel sind an Gestalt und Bau ganz ähnlich denen, welche sich rings um den Aetna vorfinden; sie erscheinen als kegelförmige Haufwerke von rothen und braunen Schlacken nebst schwarzem Sande, besitzen eine Böschunng von 25 bis 30°, und einen bassinförmigen Krater. Von dieser Beschaffenheit sind die Kratergruppen von Ellidavatan und Rauda-Camba, so wie jene des Leirhnukur, längs dessen Eruptionsspalte eine ganze Reihe von Kraterbergen aufragt.

Auch die Tuffkratere der phlegräischen Felder bei Neapel, welche daselbst in grosser Anzahl und zum Theil mit sehr bedeutenden Dimensionen auftreten, gehören hierher, obwohl sie fast nur aus Bimssteintuff bestehen, welcher um einzelne Eruptions-Mittelpunkte zu ganzen Bergen mit regelmässigen Krateren aufgeworfen worden ist. Nur drei derselben zeigen einen Kern von Trachyt, und einige, wie z. B. der Monte nuovo, scheinen als Erhebungskegel gedeutet werden zu müssen. — Aehnlich verhalten sich die Tuffkratere, welche zugleich mit zahllosen Schlackenkegeln auf den Galapagos-Inseln vorkommen, und nach Darwin die interessanteste Erscheinung dieser vulcanischen Inselgruppe bilden.

§. 455. *Vollständig entwickelte Vulcane; Erhebungskegel.*

Minder einfach ist die Architektur der grösseren, mehr oder weniger vollständig entwickelten Vulcane, in denen sich die Producte vieler Eruptionen über einander geschichtet finden. Da nun aber diese Producte im Allgemeinen doch immer nur von zweierlei Art, nämlich entweder lose Auswürflinge, oder Lavaströme sind, so geben sich auch in jedem

grösserem Vulcane besonders zweierlei Gebirgsglieder, nämlich Schichten von Schlacken, Lapilli, Sand oder Asche nebst den aus ihnen hervorgegangenen Tuffschichten, und Lavabänke zu erkennen. Diese Zusammensetzung kommt besonders an den fortwährend thätigen oder perennirenden Eruptionskegeln vor, in welchen zahlreiche vulcanische Schuttschichten nebst eingeschalteten Lavaströmen ein kegelförmiges Schichtensystem bilden, dessen Schichten eine den Abhängen des Berges conforme Lage zeigen, also gewöhnlich 20 bis 30° geneigt sind.

Da die losen Auswürflinge bei jeder Eruption ziemlich gleichmässig nach allen Richtungen rings um den Eruptionsschlund niedergefallen, die Lavaströme aber als schmale Streifen bald hier bald dort über den Abhang herabgeflossen sind, so wird auch die allgemeine Form und der allgemeine Bau solcher perennirenden Eruptionskegel vorwaltend von den vulcanischen Schuttschichten bestimmt, und diess um so mehr, weil die auf steiler Böschung herabgeflossenen Lavaströme in der Regel als fast incohärente Anhäufungen von Schlackenschollen erscheinen; (I, 165 f.).

Der Hauptkörper der grösseren Vulcane zeigt aber gewöhnlich einen noch weit zusammengesetzteren Bau, indem sich bei ihnen zu den Lavabänken und zu den Tuff- und Schlackenschichten eine vielfache Bildung von Lavagängen gesellt. Bei der ausserordentlichen Grösse, welche manche dieser Vulcane erreichen; bei ihrer regelmässigen Zusammensetzung aus stetigen und weit ausgedehnten, steinartigen Lavabänken mit dazwischen eingeschalteten Tuff- und Schlackenschichten; bei der oft 20 bis 30° betragenden Neigung aller dieser, zu einem kegelförmigen Systeme vereinigten Schichten, und bei der grossen Menge von Lavagängen, welche zumal den centralen Theil dieses Schichtensystems zu durchschneiden pflegen; bei allen diesen Eigenschaften lässt sich für solche Vulcane nicht wohl annehmen, dass ihr Hauptkörper durchaus nur auf ähnliche Weise ausgebildet worden sei, wie der auf ihrem Gipfel aufragende Eruptionskegel. Vielmehr scheint bei ihnen ein Erhebungskegel mit einem Eruptionskegel verbunden zu sein.

Zur Erklärung dieser Erhebungskegel bieten uns jene Systeme von Trappschichten, wie wir sie auf Island und auf den Färöern kennen gelernt haben (S. 1128), und die von Dana am Mouna-Loa auf Hawai nachgewiesenen Verhältnisse einiges Anhalten. Wenn nämlich irgendwo, auf dem Meeresgrunde oder auf dem Lande, durch hundertfältig wiederholte Spalten-Eruptionen ein System von Lavaschichten und Tuffschichten in fast horizontaler oder doch nur wenig geneigter Lage zur Ausbildung gelangt ist, und wenn sich dann später gegen irgend einen Punkt dieses Schichtensystems die Wirksamkeit der unterirdischen Kräfte zur Herstel-

lung eines permanenten Eruptionsschlundes concentrirte, so wird diess nothwendig eine wiederholte Auflüftung und eine vielfache Zerspaltung des, rings um den Eruptionsschlund gelegenen Theiles des Schichtensystems zur Folge haben, wobei durch Injection viele neue Lavabänke und zahlreiche Lavagänge entstehen werden, und eine allmälige Auftreibung des ursprünglich wenig geneigten Schichtensystems zu einem mehr oder weniger steilen Kegel Statt finden muss. Der 14000 Fuss hohe Mouna-Loa bildet jetzt eine ganz flache Kuppel, auf deren Abhängen noch sehr breite Lavaströme unter Neigungen von 4 bis 8° herabgeflossen sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass nach Jahrtausenden durch die Activität des centralen Kraters diese flache Kuppel zu einer steileren Kegelform gelangen wird, wie sie vielleicht schon ihre gegenwärtige Form derselben Activität zu verdanken hat. Die kleinen instantanen Erhebungen, die wiederholten Bildungen von Lavagängen und von intrusiven Lavabänken, wie sie bei jeder stärkeren Eruption nothwendig vorkommen müssen, addiren sich allmälig zu so bedeutenden Effecten, dass sie sich endlich in einer Anschwellung und Erhöhung des Berges bemerkbar machen werden.

Und so werden wir denn die Hauptkörper des Vesuv, des Aetna, des Epomeo, des Stromboli und so vieler anderer Vulcane als die Producte einer, durch hundertfältige, von der Axe dieser Berge ausgegangene Injectionen von Lavagängen und Lavabänken bewirkten, successiven Intumescenz und Erhebung betrachten können. In der Structur dieser Berge, in dem zahllosen Gewirre ihrer Lavagänge, welche, je näher gegen die Axe, desto häufiger auftreten, giebt sich uns ihre Entwickelungsgeschichte zu erkennen.

Wir verweisen wegen der Theorie dieser Erhebungskegel auf die im ersten Bande S. 179 ff. mitgetheilten Betrachtungen und zugleich auf die dort gegebene Beschreibung der Architektur des Vesuv und Aetna, welche sich am Epomeo, am Stromboli und an anderen Vulcanen in der Hauptsache wiederholt. Die von Elie-de-Beaumont und von Dufrénoy, im vierten Bande der *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, mit so vielen und triftigen Gründen unterstützte Ansicht, dass der Aetna und der Vesuv grösstentheils als Erhebungskegel zu betrachten sind, entspricht wohl vollkommen der Natur, sobald wir mit Scrope, Lyell und Sartorius v. Waltershausen statt eines einmaligen und plötzlichen Erhebungsactes viele kleine, successive Hebungen in der angedeuteten Weise annehmen; Hebungen, bei denen zwar keine radialen Thäler, wohl aber radiale und anders verlaufende Spalten im Berge entstanden, welche Spalten aber sofort mit Lava injicirt und wieder zugeheilt wurden.

Was dagegen die Ausbildung jener grossen kraterförmigen Kessel oder Calderen betrifft, welche nur an einer Seite in ein mehr oder weniger

langes, bis zum Fusse des Berges hinausreichendes, radiales Thal übergehen, dergleichen uns Leopold v. Buch so herrlich von der Insel Palma geschildert hat, so dürfte wohl für sie diejenige Erklärung die naturgemässeste sein, welche Lyell seit 1832 und noch kürzlich in seiner trefflichen Abhandlung über die Erhebungskratere aufgestellt hat; dass sie nämlich während einer allmäligen Erhebung des Vulcanes durch die fortdauernde Wirkung des am tiefsten Punkte des Kraterrandes ein- und ausfluthenden Meeres gebildet worden sind. In demselben Maasse, in welchem der Vulcan allmälig aus dem Meere hervorstieg, musste durch diese beständige Wirkung des fluthenden und brandenden Meeres die anfängliche Kraterscharte zu einer Schlucht und endlich zu einem tiefen Thale ausgerissen werden, während gleichzeitig die centrale Höhlung immer mehr ausgeweitet wurde. So erklärt sich ganz einfach die 4000 Fuss tiefe Caldera der Insel Palma, und der aus ihr bis an die Meeresküste reichende Baranco de las Angustias; und ebenso dürften sich die ähnlichen auf anderen vulcanischen Inseln nachgewiesenen grossen centralen Kesselthäler erklären, welche durch ein einziges, radial auslaufendes Thal mit dem Meere in Verbindung stehen. Wir verweisen unsere Leser auf die erwähnte Abhandlung, in welcher dieselbe Ansicht auch für die Insel Santorin und für das Val del Bove am Aetna mit sehr triftigen Gründen geltend gemacht wird. *Quarterly Journ. of the geol. soc. VI*, 1850, *p.* 207 ff.

Erhebungskratere in dem Sinne, wie es der grösste, und uns leider zu früh entrissene Geolog des Jahrhunderts meinte, dürften wohl selten existiren; Erhebungskegel aber sind uns in allen grösseren, vollständig entwickelten Vulcanen gegeben. Es kommt nur auf eine Vertauschung des Wortes, und auf die Annahme eines langsam wirkenden und vielfach wiederholten Erhebungsprocesses an, um der Theorie unsers unsterblichen Meisters ihren wahren Ausdruck und ihre wahre Begründung zu verleihen.

Die Erhebungskegel der grösseren Vulcane sind auf ihren Abhängen gewöhnlich mit kleineren Eruptionskegeln besetzt, welche, bald sporadisch bald reihenförmig vertheilt, als die Producte lateraler Eruptionen zu betrachten sind, und alle Eigenschaften der in §. 454 beschriebenen einfachen Eruptionskegel besitzen, daher denn auch häufig Lavaströme von ihnen ausgehen.

Ausser den bisher betrachteten centralen Erhebungskegeln giebt es aber auch andere vollständig entwickelte Vulcane, welche nicht sowohl um einen Mittelpunkt, als vielmehr längs einer Mittellinie, nämlich längs einer Spalte zur Entwickelung gelangt sind; Sartorius v. Waltershausen nennt sie Längenvulcane oder Longitudinalvulcane, im Gegensatze zu den Centralvulcanen. Sie haben nicht die Form eines Kegels oder einer Kuppel, sondern die eines mehr oder weniger langgestreckten Rückens oder Kammes, auf dessen Grat viele Eruptionskegel und Kratere reihenförmig hinter einander liegen.

So ist, nach Sartorius v. Waltershausen, der Hekla ein in der Richtung von ONO. nach WSW. gestreckter Vulcan, auf dessen Kamme fünf Kratere in

einer Reihe liegen; alle anderen isländischen Vulcane, mit Ausnahme des Snaefiall und Oeräfa, folgen ähnlichen in nordöstlicher Richtung ausgedehnten Spalten, über denen sich nicht einzelne grosse Kratere, sondern zahlreiche Gruppen von kleinen Krateren erheben. Eben so verhält sich nach Burkart der Jorullo in Mexico; sein Hauptkrater ist ein langgezogener spaltenartiger Schlund, in dessen Verlängerung nach Süden noch drei, nach Norden noch zwei Kratere auf besonderen Kegeln aufragen. Karstens Archiv, V, S. 189 ff.

§. 456. *Lavaströme*, *Lavaschichten*, *Lavagänge*.

Die gewöhnlichste und die am meisten in die Augen fallende Lagerungsform der Lava ist die in Strömen. Diese Ströme kommen zwar mit sehr verschiedenen Formen und Dimensionen vor, besitzen aber die allgemeinen Eigenschaften, dass sie sich von ihrem Ausbruchspunkte aus mit mehr oder weniger bedeutendem Gefälle in tiefere Gegenden hinabziehen, dass sie eine vorherrschende Längen-Dimension und eine schlakkige Aussenfläche haben. Ihre Breite und Höhe, ihre Gesteinsbeschaffenheit und Structur hängen besonders von den jedesmaligen Verhältnissen desjenigen Terrains ab, auf welchem sie herabgeflossen sind, weshalb denn diese Eigenschaften an verschiedenen Stellen eines und desselben Stromes sehr verschiedentlich ausgebildet sein können, wie solches bereits im ersten Bande S. 165 f. angedeutet worden ist.

Auf steil geneigtem Grunde erscheinen die Lavaströme als schmale, nur einige Fuss hohe Streifen von über einander gehäuften Schlackenstücken, welche beiderseits von einem höheren, wallähnlichen, nach aussen steil abfallenden Schlackenrande eingefasst werden. Dergleichen Ablagerungen sind eigentlich nur die schlackigen Rückstände der rasch abgelaufenen Lava. — Auf minder geneigtem Grunde sind die Ströme schon breiter und mächtiger, aber noch im hohen Grade schlackig auf ihrer Oberfläche; grosse und kleine Schlackenschollen liegen wild durch einander geworfen, eine starrt über die andere heraus, viele lehnen oder stämmen sich, oft in verticaler Stellung, an einander; das sind die eigentlichen *cheires* der Auvergnaten, die *sciarre* der Sicilianer, deren Oberfläche man mit der jener Eisdämme verglichen hat, wie sie die Flüsse bei dem Eisgange zu bilden pflegen. Unter dieser Schlackendecke liegt die Lava als eine zusammenhängende Masse von äusserst wechselnder Mächtigkeit, daher mit regellos auf- und abwärts gebogener Oberfläche, welche stellenweise zu abenteuerlichen und phantastischen Formen aufgebläht und aufgerichtet, meist aber mit langen, canalartigen Furchen versehen ist, die bald geradlinig und parallel in der Richtung des Stromes fortlaufen, bald gewunden sind. Das Gestein ist auch hier noch mehr oder weniger

blasig, doch in der Mitte weniger als gegen die Oberfläche und Unterfläche, welche letztere oft eben so schlackig und fragmentar erscheint, wie die erstere. Höhlen und schlottenähnliche Räume ziehen sich oft weit fort, an ihren Wänden mit glasirten Lavastalaktiten von den seltsamsten Formen versehen. — Wo sich endlich die Lavaströme auf sehr wenig geneigtem oder fast horizontalem Grunde ausbreiten, da ist ihre Oberfläche minder schlackig, da bilden sie horizontal ausgebreitete Decken von steinartiger Consistenz, welche ganz an die Basalt- und Trachytdecken erinnern.

Da die Lavaströme sehr häufig dem Laufe von Schluchten und Thälern gefolgt, mitunter auch quer durch Thäler geflossen sind, so haben sie bisweilen das Thalwasser zu einem See aufgedämmt, oftmals aber partielle Zerstörungen, Auswaschungen und Abtragungen erlitten, durch welche ihre Structur deutlich aufgeschlossen worden ist. Dasselbe war der Fall, wenn sie bis an die Meeresküste reichen, wo sie von der Brandung in Angriff genommen und theilweise demolirt worden sind. Da ist denn häufig eine prismatische oder säulenförmige Absonderung zu beobachten, welche namentlich an manchen Strömen basaltischer Lava so schön und regelmässig ausgebildet vorkommt, wie an den Basalten selbst.

Während manche Lavaströme nur sehr geringe Dimensionen nach Länge, Breite und Höhe besitzen, so giebt es andere Ströme, welche eine Länge von mehren Meilen, eine Breite von vielen tausend Fuss, und eine Mächtigkeit von 50 bis 100 Fuss erlangen; vergl. I, 175 f. Bisweilen haben sich zwei oder noch mehre Ströme nach einander in derselben Richtung ergossen, wodurch denn zusammengesetzte Ströme entstanden, deren einzelne Glieder theils durch ihre verschiedene Structur, theils auch durch dazwischen eingeschaltete Schlackenlagen sehr leicht als besondere Etagen unterschieden werden können.

Wenn auch sehr nahe verwandt mit den Lavaströmen, so doch etwas verschieden von ihnen sind die Lavaschichten oder Lavabänke, welche an der Zusammensetzung vieler Vulcane einen wesentlichen Antheil nehmen. Sie unterscheiden sich von den Strömen durch ihre, zu regelmässigen Parallelmassen ausgedehnten Formen, durch ihre oft geringe, aber ziemlich gleichmässige Mächtigkeit, und durch die grösstentheils steinartige und krystallinische Beschaffenheit ihres Gesteins, welches nur zunächst der Oberfläche und Unterfläche eine schlackige Natur annimmt.

Diese Lavabänke, wie sie Necker nennt, stimmen also in ihren Eigenschaften wesentlich mit denjenigen Theilen der Lavaströme überein, welche sich auf horizontalem oder nur sehr wenig geneigtem Grunde ausgebreitet haben, und wir sind wohl berechtigt, viele derselben für der-

gleichen ursprünglich horizontal ergossene Massen zu halten, wenn sie auch gegenwärtig eine stark geneigte Lage besitzen sollten. Andere sind als intrusive Lager zu deuten, welche entweder von Gangspalten, oder auch unmittelbar vom Eruptionsschlunde aus auf den gelüfteten Fugen des vulcanischen Schichtensystems durch Injection von Lava gebildet wurden.

In beiden Fällen stehen sie bisweilen mit Gängen in einem unmittelbaren Zusammenhange. Abwechselnd mit Schlacken- und Lapillilagern, mit Aschen- und Tuffschichten finden sich diese Lavabänke in vielfacher Wiederholung über einander; so z. B. die Leucitophyre am Monte Somma, die Doleritlaven des Aetna im Val del Bove, die porphyrähnlichen Laven von Lipari und Stromboli, und die nur fussstarken Lavabänke, welche Darwin von der Freshwater-Bay auf James-Island, einer der Galapagosinseln, beschreibt.

Die Lavagänge stellen zwar die kleinste, desungeachtet aber eine der bedeutsamsten Lagerungsformen der Lava dar; sie sind, wie Sartorius v. Waltershausen sagt, die Grunderscheinungen, welche uns zunächst den Maassstab für die vulcanischen Kraftäusserungen abgeben. Wir begegnen ihnen besonders im inneren Theile der Erhebungskegel und Erhebungskämme, wo sie oftmals in solcher Menge auftreten, dass sie ein förmliches Netzwerk bilden, in dessen Maschen die zerstückelten Theile des vulcanischen Schichtensystems wie colossale Fragmente suspendirt erscheinen. Da sie meist von sehr verschiedenen Eruptionen herrühren, so durchsetzen und verwerfen sie sich gegenseitig, und zeigen überhaupt alle diejenigen Erscheinungen, welche bei dem Zusammentreffen der Gänge vorzukommen pflegen. Bisweilen gehen sie nach oben in einer der Lavaschichten zu Ende, mit welcher sie zu einem und demselben Körper vereinigt sind.

Die Mächtigkeit dieser Gänge beträgt meist nur einige Fuss oder Meter, steigt aber doch in einzelnen Fällen (wie am Aetna) zu 10 und 20 Meter. Gewöhnlich erscheinen sie als ziemlich regelmässige Parallelmassen, von senkrechter oder doch sehr steiler Stellung, und mit einem radialen, von der Axe des Berges auslaufenden Streichen. Oft keilen sie sich nach oben, bisweilen auch nach unten aus; ja es kommt wohl vor, dass sie sich nach beiden Richtungen auskeilen, was denn, zugleich mit ihrem vorwaltend radialen Streichen, den Beweis liefert, dass sie laterale Injectionsgänge sind. Auch Verzweigungen und Zertrümerungen kommen bisweilen unter ganz eigenthümlichen Formen vor. Nicht selten sind sie prismatisch, bisweilen auch plattenförmig abgesondert, wobei die Stellung der Prismen und Platten den gewöhnlichen Gesetzen folgt. Häufig zeigen sie die, auch an anderen Gesteinsgängen so gewöhnliche Erscheinung, dass sie an ihren Salbändern aus

weit dichterem Gesteine bestehen als in ihrer Mitte, womit es auch zusammenhängt, dass die schmalen Gänge oft durchaus dicht sind, während die mächtigeren Gänge vorwaltend aus krystallinisch-körnigem Gesteine bestehen; bisweilen werden sie auch an beiden Seiten von Glaskrusten eingefasst. An frei stehenden Felswänden ragen diese Lavagänge nicht selten wie Mauern hervor, indem die sie einschliessenden Schlacken-, Tuff- und Lavabänke mehr oder weniger weit abgetragen wurden, während sie selbst der Zerstörung widerstanden.

In der vortrefflichen und ausführlichen Schilderung des Monte Somma, welche Necker im Jahre 1823 gab, sind die Eigenthümlichkeiten dieser Lavagänge so schön beschrieben worden, dass wir unsere Leser darauf verweisen; teutsch bearbeitet von Nöggerath und Pauls, im zweiten Bande ihrer Sammlung von Arbeiten über Feuerberge, 1825, S. 113 ff. Ueber die Gänge am Monte Somma haben auch später Hoffmann und Dufrénoy, so wie über die Gänge des Val del Bove am Aetna Elie-de-Beaumont und Sartorius v. Waltershausen sehr lehrreiche Beobachtungen mitgetheilt.

§. 457. *Vulcanische Geschütte und Tuff-Ablagerungen.*

Die Schlacken und Lapilli, die vulcanischen Sande und Aschen, welche von den verschiedensten, theils basaltischen, theils trachytischen Lava-Varietäten abstammen, erscheinen besonders in dreierlei Lagerungsformen: erstens in selbständigen Eruptionskegeln, dann wechsellagernd mit Lavabänken in den Erhebungskegeln, und endlich in mehr oder weniger weit ausgedehnten, theils auf dem Meeresgrunde, theils auf dem Lande gebildeten Decken oder Schichtensystemen. Doch pflegen die groben Schlacken und die schweren Lapilli mehr auf die vulcanischen Berge beschränkt zu sein, während die feineren und leichteren Auswürflinge, zu denen auch die Bimssteinlapilli gehören, über grosse Landstriche in weit verbreiteten Schichten abgelagert sind, welche, wenn sie auf dem Meeresgrunde (oder in Süsswasserseen) gebildet wurden, mancherlei thierische und pflanzliche Ueberreste umschliessen können, und gegenwärtig meist als vulcanische Tuffschichten erscheinen.

Von den Eruptionskegeln ist bereits im §. 454 das Wichtigste bemerkt worden; sie bestehen gänzlich oder vorwaltend aus vulcanischen Auswürflingen, zu welchen auch die vulcanischen Bomben (I, 135 und 450) und die losen, vollständig ausgebildeten Krystalle von Augit, Leucit, Magneteisenerz u. a. Mineralien gehören, welche an manchen Eruptionskegeln in grosser Menge ausgestreut sind.

So hat der Puy-de-la-Rodde in der Auvergne eine ungeheuere Menge von losen Augitkrystallen ausgeworfen; und um mehre der lateralen Eruptions-

kegel des Aetna sind erstaunlich grosse, z. Th. geschichtete Haufwerke von losen Augit- und Feldspathkrystallen aufgeschüttet; andere Beispiele wurden bereits im ersten Theile S. 136 erwähnt. Fleuriau de Bellevue gab schon im Jahre 1805 die sehr richtige Erklärung, dass diese Krystalle innerhalb der im Kraterschachte oscillirenden flüssigen Lava zu Tausenden gebildet und längere Zeit suspendirt waren, bis sie durch Dampf-Explosionen aus ihr herausgeschleudert wurden; eine Erklärung, für welche sich auch Sartorius v. Waltershausen entscheidet. *Journal de Physique*, *t.* 60, *p.* 446, und Sartorius, über die vulcan. Gesteine in Sicilien und Island, S. 328. Auch die haarförmige Lava, welche auf der Insel Bourbon und in der Nähe einiger anderen Vulcane in grosser Menge vorkommt, bildet eine eigenthümliche Varietät von losen Auswürflingen, indem, wahrscheinlich durch sehr heftige Dampfentbindungen, flüssige Lava wie Siegellack in haarfeine Fäden ausgezogen worden ist.

Die vulcanischen Geschütte und Tuffe erscheinen aber auch, wie schon mehrfach erwähnt worden, in regelmässiger Wechsellagerung mit Lavabänken, was z. B. in den Erhebungskegeln des Somma, des Aetna und anderer Vulcane zu beobachten ist, und den Beweis liefert, dass auch bei jenen alten Eruptionen, durch welche diese Tuff- und Lavaschichten geliefert wurden, Auswürfe von losen Materialien den Lava-Ergiessungen vorausgegangen sind.

Auf Lipari und auf St. Helena sind in solchen Tuffschichten durch spätere Einwirkungen interessante Gypsbildungen entstanden, von denen im ersten Bande S. 768 ausführlich die Rede gewesen ist.

Die über grosse Landstriche verbreiteten Tuffschichten, wie sie in Rom und der ganzen Umgegend, bei Neapel, überhaupt mit wenig Unterbrechung von Toskana bis nach Calabrien, auf den liparischen Inseln, auf Island und in so vielen anderen vulcanischen Territorien vorkommen, bilden mächtige und regelmässig geschichtete Ablagerungen. Sie sind jedenfalls unter dem Wasser abgesetzt worden, enthalten daher nicht selten organische Ueberreste, bisweilen auch untergeordnete Travertinschichten, haben aber später nicht nur eine allgemeine Emersion über den Wasserspiegel erlitten, sondern sind auch hier und da, bei der Bildung vulcanischer Erhebungskegel, zu bedeutenden Höhen über ihr allgemeines Niveau emporgetrieben worden; wie am Vesuv, wo sie bis zu 1800 Fuss, und am Epomeo auf Ischia, wo sie noch höher aufsteigen. Auch wurden sie bisweilen durch locale Eruptionen aufgewühlt und zu Tuffkegeln mit vollständigen Krateren aufgeworfen, wie z. B. in den Kraterbergen der phlegräischen Felder bei Neapel. Oftmals haben sie eigenthümliche Metamorphosen erlitten, indem sie entweder während ihrer Submersion durch langsame Zersetzungsprocesse in Palagonittuff übergingen, oder auch durch Fumarolenwirkung, also durch heisse Wasserdämpfe, die mit Salzsäure,

Kohlensäure, Schwefelwasserstoff oder schwefeliger Säure geschwängert waren, mancherlei andere Producte der pneumatolytischen Metamorphose lieferten, über welche uns Bunsen so schöne Aufschlüsse gegeben hat.

Sechzehnter Abschnitt.

Quartäre und neuere Formationen.

§. 458. *Uebersicht derselben.*

Die quartären Bildungen, welche auch häufig unter den Namen der postpliocänen oder pleistocänen Formationen aufgeführt werden, begreifen mancherlei, theils sedimentäre, theils zoogene oder phytogene, theils eruptive Gesteins-Ablagerungen, indem auch viele vulcanische Bildungen zu ihnen gehören. Da jedoch von diesen letzteren schon im vorhergehenden Abschnitte die Rede gewesen ist, so haben wir es nur noch mit den übrigen Gebilden zu thun.

Die Abgränzung der quartären Bildungen ist abwärts gegen die tertiären Formationen eben so schwierig, als aufwärts gegen die Bildungen der Gegenwart, und es wird häufig von dem Ermessen des einzelnen Beobachters oder von der Uebereinkunft mehrer Beobachter abhängen, ob eine gegebene Ablagerung für quartär, oder noch für tertiär, oder schon für eine sogenannte recente Bildung erklärt werden soll. Denn wenn auch in gewissen Gegenden oder für gewisse Bildungen schärfere Gränzen gezogen werden können, so verlieren doch die dabei benutzten Kriterien in anderen Gegenden oder für andere Bildungen ihre Brauchbarkeit, weil sie uns keinesweges überall zu Gebote stehen. Die Bildungen der gegenwärtigen Periode schliessen sich so unmittelbar an gewisse gleichartige Bildungen der quartären Periode an, sie sind oftmals so vollkommen als die letzten Producte eines aus dieser Periode bis in die Gegenwart hineinreichenden Bildungsprocesses charakterisirt, dass man in der That oft ungewiss darüber bleiben kann, in welche Periode man sie verweisen soll. Das Kriterium recenter Bildungen, welches von dem Dasein des Menschen, und also von dem Vorkommen menschlicher Ueberreste oder Kunstproducte entlehnt ist, lässt uns, bei der grossen Seltenheit solcher Reliquien, meistens im Stiche, und wir sind daher häufig auf andere Merkmale gewiesen, welche nicht immer zu einer bestimmten Entscheidung gelangen lassen. Das ausschliessliche Vorkommen von Ueberresten solcher Thier- und Pflanzenspecies, welche noch heutzutage in der betreffenden Gegend lebend angetroffen werden, dürfte wohl

immer das sicherste Merkmal einer recenten Bildung liefern, wogegen das theilweise Vorkommen ausgestorbener Species auf eine quartäre Bildung schliessen lässt.

Als die wichtigsten Bildungen, welche theils der quartären, theils der recenten oder jetzigen Periode angehören, sind etwa folgende zu betrachten.

1. Die Sand- und Geröll-Ablagerungen der Tiefländer.
2. Die plusiatischen*) Geschütte, d. h. die mit werthwollen Metallen oder mit Edelsteinen erfüllten Schutt-Ablagerungen, zu welchen besonders diejenigen Schuttlager gehören, in welchen Gold, Platin, Diamanten oder Zinnerz vorkommen.
3. Die Lehm- und Löss-Ablagerungen, welche theils in Thälern und Flussbassins, theils auch in den Ebenen vorkommen.
4. Die erratische Formation, d. h. jene Ablagerungen von Felsblöcken, von grossen Geschieben und von anderem Schutte, welche theils durch schwimmende Eisberge und Eisschollen, theils durch Gletscher, theils auch durch grossartige Fluthen mehr oder weniger weit aus ihrer ursprünglichen Heimath entfernt, und anderwärts abgesetzt worden sind, so wie die mit diesen Operationen verbundenen Erosionen und Abschleifungen des Felsgrundes.
5. Die alten Uferterrassen und Strandlinien, welche in so vielen Küstenländern erkannt worden sind.
6. Die Travertin- und Kalktuf-Ablagerungen, welche unter anderen in Mittel-Italien eine sehr bedeutende Entwickelung erlangt haben.
7. Die Korallenriffe und Koralleninseln.
8. Die Knochenbreccien und Knochenhöhlen.
9. Dünen und Flugsandregionen.
10. Deltabildungen und damit verwandte Strandbildungen.
11. Eisformation; ewiger Schnee, Gletscher, Polareis u. s. w.
12. Torfmoore und Torflager.

Da uns der Raum verbietet, alle diese Bildungen ausführlich zu betrachten, so beschränken wir uns auf einige derselben.

Oft werden auch diese neueren Gebilde als Diluvialbildungen und Alluvialbildungen unterschieden; eine Unterscheidung, welche jener in quartäre und recente Bildungen einigermaassen entspricht. Zu den Diluvialbildungen rechnet man nämlich diejenigen, deren Niveau, Verbreitung und Mächtigkeit zu gross sind, als dass sie durch die jetzigen Gewässer, selbst

*) Al. Brongniart wählte zur Bezeichnung dieser Diluvialgebilde das Wort plusiatisch, um anzudeuten, dass sie diejenigen Stoffe enthalten, welche die Menschen als Zeichen und Quelle des Reichthums betrachten.

im Zustande der höchsten Anschwellung, abgesetzt worden sein können; wogegen man unter den Alluvialbildungen diejenigen versteht, deren Entstehung den jetzigen Gewässern, und überhaupt den noch vor unsern Augen wirksamen Naturkräften zugeschrieben werden kann; dabei werden auch noch die vorhin erwähnten paläontologischen Verschiedenheiten geltend gemacht. Dass aber auch diese Unterscheidung etwas unbestimmt und schwankend ist, diess liegt in der Natur der Sache, weil wirklich kein scharfer Abschnitt, keine trennende Epoche zwischen beiden Perioden existirte, vielmehr beide in einander übergingen, indem die hydrodynamischen Verhältnisse der Diluvialperiode ganz allmälig, und hier früher, dort später, auf denjenigen Standpunkt herabgesunken sind, welcher die Alluvialperiode oder die Periode der Gegenwart charakterisirt.

§. 459. *Erratische Formation oder Driftformation.*

Grosse Strecken des nordteutschen Tieflandes und der angränzenden Länder sind mit Geröll- und Sandschichten bedeckt, welche, bei einer oft ansehnlichen Mächtigkeit, vorwaltend aus dem Schutte quarziger Gesteine bestehen, sich aber von den ähnlichen Gesteinen der Braunkohlenformation durch ihre meist gelbe Farbe, durch das mehr oder weniger häufige Vorkommen von Feuersteinfragmenten und durch ihre organischen Ueberreste unterscheiden, unter welchen letzteren besonders der Bernstein, dieses fossile, von vorweltlichen Abietineen abstammende Harz erwähnt zu werden verdient*). Ueber dieser Geröllformation breitet sich in vielen Gegenden die Lehmformation aus, welche ihrerseits mit der erratischen Formation in sehr naher Beziehung steht.

Diese erratische Formation oder Driftformation bildet nun unstreitig eine der merkwürdigsten geologischen Erscheinungen. Mit dem Namen erratische Blöcke, *blocs erratiques*, bezeichnete Alexander Brongniart jene exotischen, oft weither geführten Felsblöcke, welche in so vielen Gegenden auf der Oberfläche verstreut sind, und für diese Gegenden allerdings als verirrte Fremdlinge, als Findlinge gelten müssen, weil sie ihre eigentliche Heimath in ganz anderen, mehr oder weniger entfernten Gegenden haben. Wie unbedeutend nun auch auf den ersten Anblick das Vorkommen eines fremdländischen Felsblockes erscheinen mag, so gewinnt diese Erscheinung dennoch eine ausserordentliche Wichtigkeit, sobald wir sie nach ihrer ganzen Ausdehnung in das Auge fassen. Die Oberfläche des ganzen nordteutschen Tieflandes, vom Fusse der südlich angränzenden Gebirge bis an die Meeresküsten, zeigt uns dergleichen Felsblöcke, welche bald einzeln ausgestreut, bald zahlreich angehäuft sind,

*) Vergl. Göppert, über die Bernsteinflora, Berlin 1853.

im Allgemeinen aber immer häufiger werden, je mehr wir von Süden nach Norden vorwärts schreiten. Dieselbe Erscheinung treffen wir auf den dänischen Inseln und in den Ebenen Schonens, in Preussen, Polen, Curland, Esthland, Lithauen und Russland, in Belgien, Holland, im nordöstlichen Frankreich und südöstlichen England.

Diese Blöcke sind noch bisweilen so scharfkantig, als ob sie eben erst von ihrer ursprünglichen Lagerstätte losgesprengt worden wären, und erreichen mitunter sehr bedeutende Dimensionen. In Mecklenburg kennt man einen solchen Block von 28 Fuss Höhe, und auf der Insel Fünen liegt einer, der 44 F. lang ist; man möchte sie von weitem oft für Häuser halten, und erstaunt, auf dem Sande jener Flachländer solche Felsen von Granit oder Gneiss herumliegen zu sehen; denn gewöhnlich sind sie nur wenig in den Erdboden eingesenkt. Kleinere Blöcke von einigen Fuss Durchmesser sind weit häufiger, theils frei liegend, theils im Sand- oder Lehmgrunde begraben. Endlich kommen auch Ablagerungen vor, welche aus mehr oder weniger abgerundeten Geschieben und Geröllen, aus Lehm und Sand bestehen, und deren verschiedenes Material ganz regellos durch einander geworfen ist, so dass sie gewöhnlich gar keine, oder nur eine höchst verworrene Schichtung erkennen lassen.

Indess nicht nur die Menge und Grösse, auch die Vertheilung dieser Blöcke und Gerölle hat etwas sehr Auffallendes. Sie sind nicht gleichmässig verbreitet, sondern liegen bald sehr vereinzelt, bald sehr gedrängt beisammen, ja sie erscheinen nicht selten zu förmlichen Steinhaufen und Wällen aufgethürmt. Ueberhaupt aber sind sie strich- oder streifenweise vertheilt, wie diess insbesondere in den wallartigen Zügen und auch ausserdem bei aufmerksamer Beobachtung in die Augen fällt. Auch bemerkt man, dass diese Striche ihres häufigeren Vorkommens einander ziemlich parallel, in Nordteutschland meist in der Richtung von NO. nach SW., oder von NNO. nach SSW. fortlaufen.

Da sie schon am Südrande des nordteutschen Tieflandes vorkommen, da sie um so häufiger werden, je mehr man sich der Ostsee oder Nordsee nähert, und da alle grösseren Stromthäler Nordteutschlands dorthin abfallen, und aus den mittelteutschen Gebirgen ihre Zuflüsse erhalten, so liegt wohl der Gedanke sehr nahe, dass diese Blöcke insgesammt aus jenen Gebirgen abstammen mögen. Allein eine Vergleichung der Gesteine des Riesengebirges, des Erzgebirges, des Thüringer Waldes, des Harzes u. s. w. mit jenen Felsblöcken belehrt uns bald, dass sie nicht aus diesen Gebirgen zu deriviren sind, sondern von irgend einer anderen Gegend ausgegangen sein müssen. Da nun nach Westen und Osten gar keine Gebirge vorliegen, da auch kein grösseres Stromthal von dorther in das Gebiet der nordteutschen Ebene eindringt, so bleibt uns nur noch der Norden übrig. Und in der That, der erste Blick auf die Urgesteine und Uebergangsgesteine Schwedens überzeugt uns von der Identität derselben mit den meisten jener problematischen Felsblöcke. Es sind dieselben Gra-

nite und Gneisse, dieselben Syenite und Porphyre, dieselben Sandsteine und Kalksteine, welche völlig so dort in Gebirgen und Felsen anstehen, wie sie hier in losen Blöcken herumliegen.

Zumal die Gneisse, welche in Scandinavien ein so eigenthümliches, körnigstreifiges Gefüge haben, welche sich durch die grobkörnige Entwickelung des Feldspathes und durch so mancherlei accessorische Bestandtheile auszeichnen; diese Gneisse Scandinaviens kann man in den meisten Blöcken der nordteutschen Ebene vortrefflich studiren. Ja, Klöden hat eine recht reichhaltige Sammlung von nordischen Mineralien aus den Urfelsblöcken, so wie eine Sammlung nordischer Petrefacten aus den Sandstein- und Kalkstein-Geschieben der nordteutschen Ebene zusammengebracht.

Wie nun schon diese völlige Identität der petrographischen und paläontologischen Eigenschaften für die wirkliche Abstammung der fraglichen Blöcke aus Scandinavien spricht, so wird solche auch durch ihre nach Norden hin immer zunehmende Menge und Grösse, durch das Eindringen derselben in die nach Norden geöffneten Thäler, durch ihre Ablagerung auf den nördlichen Abhängen der Berg- und Hügelreihen, und durch die südliche Gränze ihres Verbreitungsgebietes bestätigt, welche letztere überall durch den nördlichen Abfall der, die nordteutsche Ebene nach Süden begränzenden Gebirge bestimmt wird. Eben so, wie die in Teutschland ausgestreuten Blöcke grösstentheils aus Schweden, so stammen die in Curland, Esthland und Russland liegenden Blöcke aus Finnland, die in England vorkommenden Blöcke aus Norwegen; so dass überhaupt alle jene Felstrümmer, welche in dem grossen nordeuropäischen Tieflande ausgestreut sind, in dem nordeuropäischen Hochlande ihre ursprüngliche Heimath haben.

Die einfachste und naturgemässeste Erklärung dieser höchst merkwürdigen Erscheinung ist unstreitig diejenige, welche zuerst von Winterfeld, Venturi und Wrede aufgestellt, in neuerer Zeit aber besonders von Lyell und Murchison mit vielem Scharfsinne durchgeführt wurde. Sie beruht auf der Ansicht, dass es schwimmende Eisberge und Eisschollen waren, durch welche die Blöcke nebst dem übrigen erratischen Materiale an ihre gegenwärtigen Ablagerungsstellen gelangt sind; eine Ansicht, welche durch die noch jetzt in den Polargegenden Statt findenden Erscheinungen unterstützt wird.

Die schwimmenden Eisberge des arktischen Oceans entstehen nämlich auf die Weise, dass Gletscher, welche bis an die Küste gelangt sind, in das Meer hinausrücken, wodurch ihre in das Wasser hineinragenden Köpfe theils der Unterstützung beraubt, theils den Angriffen der Brandung dermaassen blosgestellt werden, dass sie sich als Eisberge ablösen, welche vom Winde und von Meeresströmungen ergriffen, weit hinab in südliche Breiten fortschwimmen. Da nun jene Gletscher ihre Massen ununterbrochen nachschieben, so

ist allerdings in jedem derselben eine unerschöpfliche Quelle von Eisbergen gegeben.

Nun ist es bekannt, dass die meisten Gletscher auf ihrem Rücken mit zahlreichen Felsblöcken und mit anderen Schuttmassen bedeckt sind, welche von den Seitengehängen der Thäler auf sie herabstürzten. Die im Meere schwimmenden Eisberge können daher ebenfalls dergleichen Block- und Schuttmassen mit sich führen, wie sie denn auch öfters auf ihnen wirklich beobachtet worden sind. Wenn nun viele solche Eisberge in der Nähe einer Küste stranden, und allmälig zusammenschmelzen, so werden die Felsblöcke auf den Meeresgrund herabsinken, und endlich, wenn sich das Meer von diesem Grunde zurückzog, als erratische Blöcke auf dem Lande umhergestreut erscheinen.

Da nun aber diejenigen Gegenden Scandinaviens, aus welchen das meiste Material der erratischen Formation des germanischen Tieflandes abstammt, gegenwärtig keine Gletscher besitzen, so müssen wir voraussetzen, dass die klimatischen Verhältnisse jener Länder während eines bedeutenden Zeitraums der quartären Periode ganz andere waren, als gegenwärtig; dass damals eine fast allgemeine Vergletscherung Scandinaviens und Finnlands Statt fand, während sich zugleich das ganze nordeuropäische Tiefland im Zustande der Submersion befand. Und in der That vereinigen sich viele andere Erscheinungen, wie namentlich die Abschleifung des scandinavischen Felsgrundes und die, einem kalten Klima entsprechenden organischen Ueberreste der Driftformation, mit allen übrigen Verhältnissen, um jene Voraussetzungen zu rechtfertigen. Es dürfte daher kaum mehr zu bezweifeln sein, dass Nordeuropa während der quartären Periode, in Folge einer ganz anderen Vertheilung von Wasser und Land, geraume Zeit hindurch ein weit kälteres Klima gehabt hat, als gegenwärtig, und dass während dieser sogenannten E i s z e i t der Transport jener Felsblöcke und Schuttmassen bewerkstelligt worden ist, welche wir als die wesentlichen Bestandtheile der nordeuropäischen Driftformation kennen gelernt haben.

Uebrigens wiederholen sich die Erscheinungen dieser Driftformation zwar unter etwas anderen Verhältnissen, aber in einem noch grösseren Maassstabe in Nordamerika, wo sich in Canada und in den vereinigten Staaten, bis hinab zum 40. und selbst 38. Breitengrade, ähnliche Block- und Schuttmassen vorfinden, welche von Norden nach Süden transportirt worden sind, wobei eine allgemeine Abschleifung des Felsgrundes Statt gefunden hat. Nach Lyell lässt sich eine genügende Erklärung für diese nordamerikanische Driftformation nur unter der Voraussetzung geben, dass während der quartären Periode bedeutende Schwankungen in den Niveau-Verhältnissen des Landes und Meeres eingetreten sind.

Ein der nordeuropäischen Driftformation ähnliches, zwar auf einen

weit kleineren Raum beschränktes, aber in sehr grossartigen, bestimmten und markirten Zügen ausgeprägtes, lediglich durch die Gletscher, und ohne Mitwirkung des Meeres zur Ausbildung gelangtes Phänomen führt uns die erratische Formation der A l p e n vor.

In den Alpen und am Südabfalle des schweizer Jura finden sich Ablagerungen von Felsblöcken, von Geröll, Sand und Letten, welche mit denen von den jetzigen Gletschern gebildeten ähnlichen Ablagerungen so vollkommen übereinstimmen, dass sie nur durch die Wirkungen vorweltlicher Gletscher erklärt werden können. Die auf den Kalksteingehängen des Jura niedergelegten Blöcke stammen, eben so wie jene in den Alpenthälern, aus den Alpen selbst, und man erstaunt, sich bei Yverdun und Neuchâtel in bedeutender Höhe über dem Seespiegel auf einmal in ein Felsenmeer von lauter alpinischen Granit- und Gneissblöcken versetzt zu sehen. Diese Blöcke sind mehr oder weniger abgerundet, oft aber auch scharfkantig und erreichen mitunter eine ganz erstaunliche Grösse. Charpentier sah auf dem Gypshügel von Montet bei Bex einen aus dem Thale des Avançon stammenden Kalksteinblock, welcher 61 F. hoch, 54 F. lang und 49 F. breit ist, und folglich ein Volumen von 160,000 Cubikfuss besitzt; die Pierre-du-Trésor bei Orsières, ein auf Kalkstein liegender Granitblock, misst über 100,000, und die Pierre des Marmettes bei Monthey über 60,000 Cubikfuss; Blöcke von 3000 bis 12000 Cubikfuss sind gar nicht selten. Oft sind die grössten Blöcke besonders weit fortgeschafft worden, wie denn überhaupt zwischen ihrer Grösse und der Weite des von ihnen zurückgelegten Weges kein bestimmtes Verhältniss obwaltet.

Charpentier unterscheidet bei diesen Schuttablagerungen d r e i e r l e i Formen. Die z e r s t r e u t e n Ablagerungen (*dépôts éparpillés*), welche die häufigsten sind, bestehen aus zerstreut liegenden einzelnen, meist mit Dammerde und Vegetation bedeckten Blöcken. Die g e h ä u f t e n Ablagerungen (*dépôts accumulés*) erscheinen gewöhnlich ganz wie Moränen, wie jene wallartigen Schuttmassen, welche die Gletscher noch jetzt vor sich herschieben, selten wie conische Hügel, welche grossentheils als rückständige Theile einer Moräne zu betrachten sind. Sie stellen regellose Haufwerke dar, in welchen grosse und kleine, scharfkantige und abgerundete Blöcke nebst anderem Schutte wild durch einander gestürzt liegen, während das Ganze meist mit Erde und Rasen überzogen ist. Die g e s c h i c h t e t e n Ablagerungen (*dépôts stratifiés*) bestehen aus unregelmässigen, bald horizontalen, bald geneigten Schichten, von schwankender Mächtigkeit und geringer Ausdehnung, welche von scharfkantigen Stücken, von Geröllen und feinerem Schutte mit vielen eingemengten grösseren Blöcken gebildet werden. Diese Ablagerungen finden sich nur im Ausgange der k l e i n e r e n Thäler und Schluchten; sie bedingen die Ausbildung jener, mit einem grossen Felsblocke gekröntер S c h u t t s ä u l e n und S c h u t t k e g e l, welche durch Wegspülung der umgebenden Massen entstehen, während der oben liegende Felsblock das Regenwasser abhält; gewöhnlich sind es nur Schuttpfeiler, welche nach e i n e r Seite frei hervortreten; sie erlangen bisweilen eine Höhe von 80 bis 100 Fuss, bei 12 bis 15 Fuss Dicke; die schönsten freien Schuttsäulen finden sich bei Useigne, andere im Thale der Grionne.

Besonders merkwürdig sind die oft vorkommenden Anhäufungen von

Blöcken einer und derselben Art; so liegt bei Monthey auf dem Liaskalkstein ein $^3/_4$ lieue langer und 300 bis 800 Fuss breiter Streifen colossaler scharfkantiger Granitblöcke; bei dem Dorfe Antagne, unweit der Saline von Devens, liegt ein Wall, der nur aus schwarzen Kalksteinblöcken der Kreideformation besteht; und ähnliche monogene Block-Ablagerungen sind auch anderwärts bekannt. Die seltsame und verwegene Stellung mancher grossen Felsblöcke ist eine nur durch die Gletschertheorie zu erklärende Erscheinung. So ruht die Pierre-à-Bot bei Neuchâtel mit der kleinsten Fläche auf ihrer Unterlage; die Pierre-à-Dzo im Steinwalle von Monthey würde herabstürzen, wenn nicht ein kleinerer Stein unter ihr eingeklemmt wäre; bei dem Pulvermagazin von Sion liegt ein grosser Kalksteinblock, und bei Orsières liegt der Granitblock Pierre-de-la-Liblanche hart am Rande eines Abgrundes.

Das Rhonethal hat die meisten erratischen Blöcke geliefert; dort liegen sie überall, auch in der Ebene zwischen den Alpen und dem Jura, und ganz besonders häufig am Jura selbst. Die Höhe, bis zu welcher sie aufsteigen, ist verschieden. Im obersten Anfange des Wallis fällt sie mit jener der jetzigen Gletschermoränen zusammen; bei Lax liegt die obere Gränze 2800, und von Brigue bis Martigny 2500 Fuss über dem Rhone; unterhalb Martigny steigt sie bis 3000 Fuss, sinkt oberhalb Monthey bis 2300 Fuss, und bleibt so bis zum Genfer See. Wie im Rhonethale, so verhält es sich auch in den Nebenthälern, wo überall die obersten Anfänge der erratischen Ablagerungen mit den Moränen der jetzigen Gletscher zusammenfallen. Am Jura steigt die Gränze der erratischen Formation am höchsten gegenüber der Ausmündung des Rhonethals, wo sie sich am Chasseron bis zu 3100 Fuss über die Ebene erhebt; von da aus senkt sie sich sowohl nach Nordosten als nach Südwesten herab, so dass sie einerseits bei Solothurn, anderseits bei Gex die Ebene erreicht.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung bilden die abgeschliffenen und polirten Flächen des Felsgrundes und die abgerundeten Felsformen, welche sich überall in der Nähe der erratischen Blöcke vorfinden, und in einem ursachlichen Zusammenhange mit ihnen stehen müssen. Diese Felsenschliffe sind ganz identisch mit denjenigen, welche die Gletscher noch heutzutage hervorbringen; sie finden sich von der Thaltiefe bis zur oberen Gränze der erratischen Formation, erscheinen immer deutlicher in den höheren Thälern, und gehen endlich in die jetzigen Gletscherschliffe über; man kennt sie auch am Jura.

Alle diese Erscheinungen der erratischen Formation der Alpen finden ihre Erklärung in einer Idee, welche von Playfair bereits im Jahre 1802 angedeutet, dann aber von Venetz, Charpentier und Agassiz als eine vollständige Theorie aufgestellt, und mit einer solchen Gründlichkeit und Ueberzeugungskraft nach allen Richtungen hin erwiesen worden ist, dass wohl kein Zweifel mehr gegen sie aufkommen kann. Diese Theorie läuft wesentlich darauf hinaus, dass die Gletscher der Alpen während eines Theiles der quartären Periode zu einer weit grossartigeren Entwickelung gelangt waren, als gegenwärtig, dass sie damals nicht nur die Alpenthäler bis zu einer weit bedeutenderen Höhe und bis an ihren Ausgang erfüllten, sondern sich auch in dem grossen Bassin zwischen den Alpen und dem Jura ausbreiteten, und sogar bis an den Jura vordrangen; welches letztere wenigstens mit dem colossalen Gletscher

des Rhonethales der Fall gewesen sein muss, welcher die alpinischen Felsblöcke am Jura absetzte. Vergl. *Charpentier*, *Essai sur les Glaciers etc. p.* 115 ff.

§. 460. *Plusiatische Diluvialschichten oder Seifengebirge.*

Zu denen, auch in technischer und nationalökonomischer Hinsicht besonders wichtigen quartären oder diluvialen Bildungen gehören jene Ablagerungen von Gesteinsschutt, in welchen Edelsteine und edle Metalle, zumal Gold und Platin, oder doch nutzbare Erze vorkommen, weshalb sie von Brongniart mit dem Namen der plusiatischen Diluvialgebilde belegt worden sind. Der teutsche Bergmann bezeichnet sie gewöhnlich als Seifengebirge, nach derjenigen bergmännischen Operation, durch welche sie ausgebeutet zu werden pflegen, und unterscheidet sie dann weiter, nach dem hauptsächlichen Gegenstande der Ausbeutung, als Gold-, Platin-, Zinnseifengebirge u. s. w.

Diese plusiatischen Diluvialgebilde bestehen gewöhnlich aus losen und schüttigen Massen, nämlich aus Sand, Grus und Geröll, oft vorwaltend aus einem eisenschüssigen Quarzsande, dem Magneteisenerz beigemengt ist, aus Quarzgeröllen und mancherlei anderen Gesteinstrümmern, deren Arten meist in einer sehr bestimmten Beziehung zu den werthvollen Bestandtheilen des Seifengebirges stehen. Innerhalb dieser Schuttmassen kommen nun mehr oder weniger häufig, zum Theil aber auch nur als grosse Seltenheiten, vielerlei theils metallische, theils nicht metallische Mineralien vor; die gediegenen Metalle in Blättchen, Körnern oder Klumpen, die übrigen Mineralien in Körnern, in mehr oder weniger abgerundeten Krystallen, in Geröllen, Geschieben oder eckigen Stücken. Von gediegenen Metallen sind die wichtigsten: Gold, Platin mit seinen Begleitern Iridium, Osmiridium und Palladium, als Seltenheiten Blei, Kupfer, Eisen und Meteoreisen; von anderen metallischen Mineralien sind zunächst Zinnerz und Magneteisenerz, ferner Chromeisenerz, Titaneisenerz, Glanzeisenerz, Eisenkies, Rutil, Anatas, Brookit und Brauneisenerz zu erwähnen; von Edelsteinen verdient zunächst der Diamant, dann der Topas, Beryll, Korund, Chrysoberyll und Spinell genannt zu werden, an welche sich auch Zirkon, Granat, Amethyst, Bergkrystall und noch andere anschliessen. Doch versteht es sich von selbst, dass verschiedene Ablagerungen auch verschiedene von den hier genannten (und nicht genannten) Mineralien enthalten, und dass insbesondere die werthvolleren Mineralien nur auf gewissen Lagerstätten gefunden werden; worauf ja eben die Unterscheidung der verschiedenen Seifengebirge beruht, welche bald diese bald jene, bald mehre

bald wenigere Mineralien, und solche überdiess bald reichlich bald sehr spärlich beherbergen. Als seltenere Vorkommnisse sind im Allgemeinen die Diamant-, die Platin- und die Zinnerz-Seifengebirge zu bezeichnen, während die goldführenden Schichten häufig, obwohl von sehr verschiedenem Gehalte und daher auch von sehr verschiedener Bedeutung vorkommen. Eine eigenthümliche Art von diluvialen Erzlagerstätten bilden noch die durch Zusammenschwemmung in secundärer Weise entstandenen Bohnerz-Ablagerungen.

Die Schichten des Seifengebirges sind meistentheils in Thälern, Schluchten und andern Depressionen der Erdoberfläche abgelagert; bisweilen bilden sie aber auch ziemlich ausgedehnte Ablagerungen auf den Abfällen oder am Fusse der Gebirge. Auch unterscheidet man wohl ein älteres und ein jüngeres Seifengebirge, von welchen das letztere unmittelbar in den jetzigen Flussbetten abgelagert ist, und nur als das Product einer Aufwühlung und Zusammenspülung von Materialien des ersteren zu betrachten sein dürfte.

Wir verweisen unsere Leser wegen dieser und vieler anderer Verhältnisse der plusiatischen Diluvialgebilde auf die lehrreiche Schrift von Zerrenner, Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamanten-Waschen, deren erste Hälfte eine sehr reichhaltige und vollständige geognostische Charakteristik des Gold, Platin und Diamanten führenden Seifengebirges bietet. An gegenwärtigem Orte müssen wir uns auf einige Bemerkungen über das Zinnerz-, Gold-Platin- und Diamanten-Seifengebirge beschränken.

1. Die zinnerzführenden Diluvialgebilde oder die sogenannten Zinnseifengebirge (die *stream-works* der Engländer) finden sich nur selten auf den Höhen der Gebirge oder Plateaus, meistentheils in Thälern, aber fast immer entweder im Gebiete oder doch in der Nachbarschaft solcher Granit-Ablagerungen, welche zinnerzführende Gänge von Quarz, Greisen, Schörlquarzit oder Granit umschliessen. Diess ist wenigstens der Fall in Sachsen, in Cornwall, bei Piriac in Frankreich, auf der Malayischen Halbinsel und auf der Insel Banka. Obgleich nun die Zinnseifengebirge bei weitem nicht so manchfaltige und kostbare Mineralien enthalten, wie die übrigen plusiatischen Diluvialgebilde, so werden sie doch oft mit Vortheil auf Zinn benutzt; namentlich wird das ostindische Zinn aus den dortigen Seifenwerken gewonnen.

Das sächsische Zinnseifengebirge ist in den meisten Thälern und Schluchten unserer obergebirgischen Granitregionen und des zunächst angränzenden Schiefergebirges niedergelegt, findet sich aber nur da als wirkliches zinnerzführendes Diluvialgebilde, wo weiter aufwärts in denselben Thälern Zinnerzgänge vorkommen. Seine Mächtigkeit dürfte nirgends 5 Lachter übersteigen und vermindert sich allmälig, je weiter man die Thäler abwärts verfolgt. Es stellt ziemlich regellose Ablagerungen von Felsblöcken, Geschieben, Geröllen, Grus und Sand dar, welche meist von Gebirgsgesteinen, und zwar insbesondere von Granit, Schiefer und Schörlquarzit, nächstdem von Ganggesteinen, und zwar sowohl von Zinn- als auch von Eisen-Erzgängen abstam-

men. Je nachdem das Thal blos aus Granit, oder blos aus Schiefer, oder auch aus beiderlei Gesteinen besteht, finden sich auch nur Granit- oder nur Schiefergeschiebe, oder auch Geschiebe von beiden diesen Gesteinen. Die aus den Zinnerzgängen fortgeführten Materialien stammen aus allen in den betreffenden Gegenden vorkommenden Zinngangformationen, und begreifen namentlich auch den Zinnsand und die sog. Zinngraupen. Die aus den Eisenerzgängen abstammenden Materialien sind besonders Rotheisenerz, Quarz, Jaspis, Eisenkiesel, Hornstein, selten Chalcedon, Opal, Brauneisenerz oder Manganerz. Als Seltenheiten kommen auch Wolfram, Topas und Gold vor; allein das grösste, am Auersberge gefundene Goldkorn wog nur 13 Ass.

Auch in den Zinnseifen von Cornwall ist zuweilen Gold vorgekommen, ausserdem aber das Zinnerz durch vorzügliche Reinheit und durch das nicht seltene Vorkommen der feinfaserigen Varietäten oder des sogenannten Holzzinnerzes ausgezeichnet. Bei der Nähe des Meeres bieten die dortigen Ablagerungen manche interessante Erscheinungen dar. Sie erfüllen nämlich die Thäler oft bis an die Meeresküste, und da ist es mehrfach beobachtet worden, dass die zinnerzführenden Schichten bis zu 50 Fuss Höhe über dem jetzigen Meeresspiegel mit muschelführendem Meeressand bedeckt sind, wogegen in einigen andern, zu bedeutender Tiefe aufgeschlossenen Strandseifenwerken bis zu 50 Fuss unter dem jetzigen Meeresspiegel noch aufrecht stehende Wurzelstöcke von Bäumen gefunden wurden. Boase schliesst hieraus, dass vor und während der Ablagerung des Seifengebirges der Meeresspiegel mindestens 50 Fuss tiefer, oder das Land um eben so viel höher gestanden haben müsse, als gegenwärtig, dass aber nach der Ablagerung desselben der Meeresspiegel mindestens 50 Fuss höher gestiegen sein müsse, als heutzutage; so dass die durch diese Erscheinungen angezeigten Schwankungen im Stande des Meeresspiegels wenigstens einen Betrag von 100 Fuss erreichen.

Auf der malayischen Halbinsel ist bei Bunka und Junk-Ceylon der Zinnsand in wahrhaft unerschöpflicher Menge vorhanden; die ganze Halbinsel ist unstreitig das reichste Magazin von Zinnerz auf der Erde. Meist kommt es als Seifenzinnerz vor; auf der Insel Banka findet es sich zugleich mit Eisenerz auf Gängen im Granit. Das Seifengebirge dieser Insel dehnt sich am Fusse der Granitberge in horizontalen Schichten aus, durch welche Schächte von 10 bis 60 Fuss Tiefe abgesunken werden, von welchen aus man die tiefsten und zugleich erzreichsten Schichten abbaut, so dass mitunter ganze Thalstrecken unterminirt sind.

2. Goldhaltige Diluvialschichten sind zwar nicht selten, aber keinesweges überall so reich, dass sie mit Vortheil verwaschen werden können. Im Allgemeinen giebt es wohl wenige Stromthäler, deren Sand ganz frei von Goldkörnern wäre; und so ist auch in vielen Flüssen Teutschlands, wie z. B. in der Isar, im Inn, in der Edder, in der Mosel und im Rheine auf Gold geseift worden; ja, aus dem Rheinsande wird noch gegenwärtig zwischen Kehl und Philippsburg Gold gewaschen, dessen Werth sich jährlich auf 10000 bis 15000 Gulden beläuft. Das Gold findet sich dort besonders in einer mit braunem Sande gemengten Geröllschicht des Thalgrundes, welche dem alten Seeboden des dortigen Bassins angehört, da sie bis auf eine halbe Stunde vom jetzigen Rheinufer verfolgt werden kann. Bei Löwenberg und Goldberg in Schlesien ist ehemals in dem dasigen Diluvial-Sande und Gerölle ein nicht

unbedeutender Bergbau auf Goldsand betrieben worden, und auch in Sachsen waren früher in der Elbe, Elster, Gölzsch und Striegis Goldwäschereien im Betriebe, welche jedoch gewöhnlich sehr bald wieder zum Erliegen kamen. In Frankreich ist besonders das Flussgebiet der Arriège durch seinen Goldgehalt bekannt, wie denn dieser Fluss seinen alten Namen Aurigera den Goldkörnern seiner Diluvialschichten zu verdanken hat. In Grossbritannien erlangten unter anderen die Goldwäschen von Wicklow in Irland einige Bedeutung, in welchen einmal ein Goldklumpen von 22 Unzen Gewicht gefunden worden ist.

Für die reicheren und wahrhaft ergiebigen Goldsand-Ablagerungen ist die Anwesenheit von vielem Magneteisenerzsande als ein besonders wichtiges Merkmal erkannt worden. Dafür spricht nach Zerrenner das Vorkommen des Seifengoldes am Ural und Altai, in Ostindien, auf Borneo und Sumatra, in Africa, Spanien, Frankreich, Teutschland, Brasilien, Chile, Peru, in den vereinigten Staaten Nordamerikas und in Californien.

Gross ist der Goldreichthum Africas, zumal an der Küstenterrasse von Monomotapa, an dem Westrande des Hochlandes von Mandingo und in Abyssinien; meist sind es eisenschüssige Sand- und Thonschichten, in denen die Goldkörner vorkommen, die man bis zu 25 und 30 Fuss Tiefe noch sehr reichlich antrifft, wie denn überhaupt die tieferen Schichten einen grösseren Gehalt haben sollen, als die oberen Schichten.

Amerika ist wohl derjenige Erdtheil, dessen Diluvialmassen den grössten Gehalt an Gold verschliessen. Die ergiebigsten Goldwäschereien Südamerikas befinden sich in Brasilien, in der Provinz Minas-Geraes, zumal bei Villa-rica; das Gold kommt in feinen Körnern, kleinen Blättchen und Krystallen, selten in grösseren Körnern und Stücken innerhalb einer, aus rothem Thon, Sand und Geröllen bestehenden, Cascalho genannten Diluvialschicht vor, aus welcher es jedoch häufig in die Alluvialschichten der jetzigen Flüsse gelangt. Besonders reich ist aber die von den Eingeborenen Tapanhoacanga genannte Conglomeratschicht (I, 721), welche eine ausserordentliche Verbreitung und sehr merkwürdige Lagerungsverhältnisse besitzt. Nächst Brasilien sind in Südamerika besonders Chile und Columbien, in Nordamerika aber Mexico, Nord- und Südcarolina so wie das, durch seinen Goldreichthum jetzt weltberühmte Obercalifornien mit goldhaltigen Diluvial-Ablagerungen gesegnet.

Die Goldregion Obercaliforniens bildet nach Lyman eine zwischen dem Fusse und dem Kamme der Sierra-nevada hinlaufende Zone von mehren hundert engl. Meilen Länge und 10 bis 14 Meilen Breite. Wenn man sich von der Küste aus dieser Region nähert, so fallen Einem die unermesslichen Ablagerungen von kleinen Quarzgeröllen auf, welche der Oberfläche der älteren Gesteine aufgesetzt sind; weiterhin werden diese Quarzgeschiebe immer grösser, z. Th. förmliche Quarzblöcke, und jenseits der Goldregion verschwinden sie, so dass sie diese Region wesentlich charakterisiren. Der Kamm der Sierra-nevada ist Granit, auf welchen weiter abwärts Gneiss und andere Gesteine folgen; in der Goldregion aber bildet Schiefer das eigentliche Grundgebirge, daher man auch besonders viel Gold in den Klüften und Vertiefungen des Schiefers findet. Das aus Sand, Thon, Grus und Geröll bestehende Goldseifengebirge bedeckt unmittelbar die Oberfläche des Schiefers. Krystallinischer Quarz ist das einzige Mineral, mit welchem das Gold verwachsen vor-

kommt, und offenbar muss dasselbe aus Gängen oder Lagern von Quarz abstammen. Gewöhnlich erscheint es in kleinen Körnern oder Blättchen, seltener in grösseren Klumpen, oder derb und in regellosen Trümern mit Quarz verwachsen. Sehr viel Magneteisenerz, Glanzeisenerz, weisse Zirkonkrystalle und etwas Korund sind die Begleiter des Goldes.

Doch auch Asien, dessen Goldführung, wenigstens in Indien, schon den Alten bekannt war, hat sich in neueren Zeiten als das Eldorado der alten Welt bewährt, indem seit dem Jahre 1814 zumal auf dem östlichen Abfalle des Ural goldhaltige Diluvialschichten in erstaunlicher Ausdehnung nachgewiesen worden sind. Der goldführende Sand ist mehr oder weniger reich an Magneteisenerz, und ausserdem besonders mit Geschieben von Grünstein, Chloritschiefer und Serpentin gemengt; das Gold findet sich meist in Körnern und Blättchen, bisweilen aber auch in grösseren Stücken, wie man denn einmal in der Nähe von Miask einen über 24 Pfund schweren Goldklumpen getroffen hat. Mit dem Golde kommen, ausser dem Magneteisenerze, auch Körner von Chromeisenerz, Ceylanit, Granat, Anatas und anderen Mineralien vor. Wie der Ural so ist auch der Altai ausserordentlich reich an Goldsand-Ablagerungen erkannt worden, so dass die Gesammtproduction aus beiden Gebirgen (aus dem Ural seit 1819, aus dem Altai seit 1830) bis zum Jahre 1850 über 19,373 Pud oder 676,000 Preussische Pfund erreichte, deren Werth auf 298 Millionen Thaler zu veranschlagen ist.

3. Die Diluvialmassen des Ural sind nicht nur durch ihren Goldgehalt, sondern auch stellenweise durch einen Gehalt an Platin ausgezeichnet. Früher kannte man dieses Metall fast nur aus Südamerika, besonders aus der Provinz Choco in Columbien, wo dasselbe an mehren Orten in einem braunen quarzigen Sande, zugleich mit Körnern von Chromeisenerz, Titaneisenerz und Magneteisenerz vorkommt, und wahrscheinlich aus Gängen der dasigen Syenit- und Grünsteinformation abstammt. Seit dem Jahre 1822 ist jedoch auch im Ural, namentlich bei Goroblagodat, Nischne-Turinsk und Nischne-Tagilsk Platin entdeckt worden, an welchem letzteren Orte es besonders häufig vorkommt. Dort sind es vorzüglich Grünstein- und Serpentinfragmente, welche das Platin begleiten; auch hat man wirklich in einigen Serpentinstücken Platin noch eingewachsen gefunden, woraus, so wie aus dem häufigen Vorkommen von Chromeisenerz im Platinsande, und aus den nicht seltenen Fällen, da Platin mit Chromeisenerz verwachsen ist, die Folgerung gezogen worden ist, dass das meiste Uralische Platin ursprünglich in Serpentin enthalten war, und durch Zerstörung grosser Ablagerungen dieses Gesteins in die Diluvialmassen gelangt ist. Ausser in Columbien und am Ural sind auch in Brasilien, auf Haiti, auf Borneo, in Ava, am Altai und in Nordcarolina mehr oder weniger reiche Ablagerungen von Platinseifengebirge bekannt, in welchen gewöhnlich Gold und Platin zugleich vorkommen.

4. Diamantführende Diluvialgebilde finden sich vorzüglich in Ostindien und Brasilien. Ueber das eigentliche Vorkommen der ostindischen Diamanten sind wir besonders durch Heyne, Voysey, Malcolmson, Newbold und Jacquemont belehrt worden. Sie liegen in einer quarzigen Conglomeratschicht der, am Fusse der Gebirgskette Nalla-Malla verbreiteten Sandsteinbildung; die aus dieser Gebirgskette herabkommenden Flüsse Pennar und Kistna führen die Diamanten der Ebene von Golkonda zu, wo die weltberühmten Diamantseifen-

werke liegen, aus denen wahrscheinlich schon die Alten ihre Diamanten erhielten.

In Brasilien wurden die Diamanten erst zu Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckt, aber anfangs nicht einmal erkannt, und blos als kleine glänzende Steine zu Spielmarken benutzt. Als man sie jedoch später für das erkannte, was sie wirklich sind, da entstanden sehr bald bedeutende Diamantseifenwerke, zumal in der Nähe von Tejuco, in der Provinz Minas-Geraes, wo die Diamanten besonders häufig vorkommen. Das Gebirge um Tejuco und im ganzen Diamantendistrikte Brasiliens besteht hauptsächlich aus Itakolumit (I, 546, II, 137), der in Talkschiefer, Chloritschiefer und Eisenglimmerschiefer übergeht, und die eigentliche Unterlage der diamantführenden Diluvialbildung ausmacht. Diese Bildung selbst, der sogenannte Cascalho, erscheint als Geröll, Grus und lockeres Conglomerat, welches letztere aus eisenschüssigem Quarzsande mit Geschieben von Quarz, Itakolumit, Brauneisenerz und Jaspis besteht, zwischen denen die Diamanten und ausserdem noch besonders Gold, Topas, Chrysoberyll, Spinell und Korund vorkommen. Die Diamanten sollen um so reichlicher erscheinen, je mehr das Brauneisenerz im Cascalho vorwaltet, und diess, so wie der Umstand, dass man bisweilen Diamanten im Brauneisenerz eingewachsen fand, bestimmte v. Eschwege zu der Ansicht, dass die dem Itabirite (I, 688) untergeordneten Brauneisenerzlager die ursprüngliche Lagerstätte und Bildungsstätte der Diamanten seien. Diese Ansicht ist jedoch später dadurch berichtigt worden, dass man Diamanten im Itakolumite entdeckte, was zu einem förmlichen Bergbau auf Diamanten in diesem Gesteine Veranlassung gab, und den Beweis lieferte, dass in Brasilien der Itakolumit als das eigentliche Muttergestein der Diamanten zu betrachten ist (I, 547). — Die Flüsse und Bäche, welche den Cascalho durchschneiden, insbesondere der Rio-Pardo und Rio-Belmonte, führen in ihrem Sande eine Menge Diamanten, und an ihnen liegen die wichtigsten Seifenwerke, aus denen nach und nach eine erstaunliche Ausbeute gewonnen worden ist.

Aus der von v. Eschwege beobachteten gegenseitigen Beziehung zwischen Diamanten und Brauneisenerz, und aus der allgemeinen Aehnlichkeit, welche die goldhaltigen Diluvialbildungen Russlands und Brasiliens zeigen, folgerte Engelhardt, dass auch am Ural an solchen Stellen, wo der Goldsand sehr viel Brauneisenerz führt, Diamanten vorkommen möchten. Diese Vermuthung wurde auch wirklich im Jahre 1829, durch den Fund einiger Diamanten auf dem Seifenwerke Adolphsk bei Krestowosdwischensk unweit Kuschwa, vollkommen gerechtfertigt. Auch sind später an anderen Punkten des Ural Diamanten entdeckt worden; doch ist die Natur dort nicht so freigebig gewesen, als in Brasilien; denn aller Bemühungen ungeachtet sind sie bis jetzt nur als Seltenheiten gefunden worden, so dass man bis zum Jahre 1848 überhaupt nur 71 uralische Diamanten aufzuweisen hatte, von denen 63 aus der Gegend von Krestowosdwischensk stammen. Sehr interessant aber ist es, dass auch am Ural in mehren Gegenden, und namentlich bei Kuschwa und Werchneuralsk, also in der Nähe von Diamantfundorten, Itakolumit nachgewiesen worden ist.

Ausser Ostindien und Brasilien sind noch Borneo und Sumatra ein paar diamantreiche Länder, während Mexico, Nordcarolina und der Ural nur sparsam mit diesem kostbarsten Edelsteine versehen zu sein scheinen.

§. 461. *Knochenhöhlen und Knochenbreccien.*

Eine durch ihre seltsamen Lagerungsformen eben so wie durch ihre eigenthümlichen organischen Ueberreste sehr merkwürdige Classe von quartären Bildungen sind die Knochenbreccien und Knochen-Ablagerungen, welche in Spalten und Höhlen vorkommen, und noch dadurch ein besonderes Interesse gewinnen, dass sie auch bisweilen menschliche Ueberreste enthalten. Die Art und Weise ihrer Ablagerung scheint zu beweisen, dass sie in den meisten Fällen durch heftige und tumultuarische Fluthen in die Schlupfwinkel ihres gegenwärtigen Vorkommens hineingeschwemmt worden sind; doch ist es nach Austen, C. Prévost, de Christol u. A. sehr wahrscheinlich, dass die Einführung dieser Knochenbreccien nicht überall zu einer und derselben Zeit Statt fand, und dass die in den Höhlen, und die in offenen Spalten vorkommenden Breccien verschiedenen Ereignissen ihr Dasein zu verdanken haben.

Die spaltenartigen Räume der Knochenbreccien und die knochenführenden Höhlen finden sich meist in Kalksteingebirgen, und besonders häufig im Gebiete der jurassischen Kalksteine. Die Spalten pflegen gewöhnlich nicht sehr weit fortzusetzen; die Höhlen dagegen haben oft eine sehr bedeutende Ausdehnung, und bilden viele Krümmungen, auch abwechselnde Verengerungen und Weitungen, welche letztere bisweilen zu geräumigen Gewölben und Sälen anwachsen. Desungeachtet aber scheinen beide Arten von Räumen, die Spalten und die Höhlen, so nahe mit einander verwandt zu sein, dass wohl keine bestimmte Gränze zwischen ihnen gezogen werden kann. Auch sind beide dadurch ausgezeichnet, dass ihre Wände vielfache und oft sehr seltsam gestaltete Unebenheiten, Ausbuchtungen und Vorsprünge zeigen, welche einander keinesweges correspondiren, wodurch eben jene abwechselnden Verengerungen und Erweiterungen der Spalten- und Höhlenräume hervorgebracht werden.

Als das Ausfüllungs-Material der S p a l t e n erscheint gewöhnlich ein, mit rothem Thone gemengter Sand, welcher bisweilen durch kohlensauren Kalk zu einer sehr festen Masse verkittet ist. In den H ö h l e n dagegen pflegt der Thon vorzuwalten, und eine rothe Schlammschicht auf dem Boden zu bilden. In diesem Thone und Sande stecken Bruchstücke oder auch Gerölle von Kalkstein, und Knochen oder Knochenfragmente von mancherlei Säugethieren, welche grossentheils ausgestorbenen Species angehören, und theils auf ein heisses, theils auf ein gemässigtes (oder sogar kaltes) Klima verweisen, desungeachtet aber bisweilen durch einander vorkommen. Auch Conchylien, und zwar gewöhnlich Land- oder Süsswasserschnecken, selten marine Conchylien, sind mehrorts beobach-

tet worden. Dieses Haufwerk von Sand, Geröll und Knochen ist bisweilen durch ein kalkiges Bindemittel zu einer sehr festen Breccie verbunden, welche die Spalten gänzlich, die Höhlen aber nur theilweise ausfüllt, während die tiefsten, unmittelbar auf dem Boden liegenden Schichten mehr thonig und schlammartig zu sein pflegen. Kalksinter bildet oftmals eine diese Schlammschichten bedeckende Lage, überzieht aber gewöhnlich nicht nur die Knochenbreccien, sondern auch die Höhlenwände mit einer sehr festen Decke, oder liefert nicht selten das Cäment der Knochen.

Die knochenführenden Höhlen zeigen so unregelmässige Formen und so auffallende Unebenheiten ihrer Wände, wie sie wohl nur durch die langwierige Einwirkung einer hindurchströmenden auflösenden Flüssigkeit hervorgebracht worden sein können. Wahrscheinlich ist ihre Ausbildung durch kohlensaure Wasser zu erklären, welche in Spalten oder auf Schichtungsfugen des Kalksteingebirges ihren Weg fanden, und die Wände dieser Spalten nach verschiedenen Richtungen hin auflösten und ausnagten, wodurch im Laufe der Zeit jene seltsamen Formen entstehen mussten, welche diese Höhlen charakterisiren. Die allgemeine Richtung und der Verlauf dieser Höhlen ist sehr verschieden, indem manche mehr vertical, andere mehr horizontal ausgedehnt, und noch andere gegen den Horizont geneigt sind. Das eigentliche Gebirgsgestein, in welchen die Höhlenräume ausgenagt sind, lässt sich nur selten an ihren Wänden beobachten, weil ein dicker Ueberzug von Kalksinter Alles bedeckt, und sowohl in Stalaktiten von der Decke herabhängt, als auch in Stalagmiten von dem Boden heraufragt, welche beiderlei Formen bisweilen zusammenstossen, und Säulen oder Pfeiler bilden. Dieser Kalksinter stellt die neueste, noch jetzt fortgehende Bildung dar, welche ihren Grund darin hat, dass die mit etwas Kohlensäure geschwängerten Tagewasser bei ihrem Durchsickern durch das Kalksteingebirge etwas kohlensauren Kalk auflösen, und solchen wiederum an den Wänden der Höhlenräume absetzen.

Die knochenführenden Diluvialmassen, welche die Höhlen erfüllen, sind gewöhnlich in die Vertiefungen des Bodens gebettet und oft noch mit einer schwarzen Schlammschicht bedeckt. Manche Höhlen zeigen sie auch in den Vertiefungen der Seitenwände, und in einigen sind selbst an der Decke Conglomerate von Knochen nnd Geröllen gefunden worden. Doch kommen nicht in allen Kalksteinhöhlen Knochen vor; manche enthalten blos Schlamm und Gerölle, andere sind ganz leer und nur mit Kalksinter überzogen.

Die Knochen selbst stammen grossentheils von Raubthieren ab. Manche Höhlen enthalten nur Knochen von Bären, und zwar besonders von *Ursus spelaeus*, einer grossen ausgestorbenen Bärenart, deren Ueberreste oft in erstaunlicher Menge beisammen liegen. Diese Bärenknochen kommen zwar in der Regel vereinzelt und zerstreut, oft auch zerbrochen vor; doch sind sie bisweilen sehr wohl erhalten, oder noch zu grösseren Skelet-Theilen verbunden. Andere Höhlen, wie namentlich jene in England, enthalten vorzüglich Knochen und Excremente von Hyänen, zugleich mit den Knochen verschiedener anderer Thiere, die jedoch oft benagt und angefressen sind, so dass man noch jetzt die Eindrücke der Hyänenzähne erkennen kann.

Als eines der interessantesten Resultate der mit so grossem Eifer verfolgten Untersuchung der Knochenhöhlen hat es sich herausgestellt, dass in manchen derselben auch Menschenknochen und Ueberreste menschlicher Kunstfertigkeit mitten zwischen Knochen solcher Thierspecies aufgefunden worden sind, die wir für ausgestorben halten müssen. Dahin gehören z. B. Tournal's Beobachtungen über die Höhle von Bize bei Narbonne und Christol's Beobachtungen in den Höhlen von Pondres und Souvignargues im Dep. des Gard. Tournal fand in der Höhle von Bize nicht nur im Kalksinter, sondern auch in der oberen schwarzen, und in der unteren rothen Thonschicht Menschenknochen und Menschenzähne, an welchen letzteren das Email der Zahnkronen noch gut erhalten war, während dagegen die Knochensubstanz der Wurzeln allen thierischen Leim verloren hatte und stark an der Zunge klebte. Zugleich mit diesen Knochen kamen viele Scherben einer groben Art von Töpfergeschirr vor, welche z. Th. mit schwarzem Staub, vielleicht mit Rus, beschlagen waren. Diese unzweifelhaften menschlichen Ueberreste waren von mancherlei Land- und Süsswasser-Conchylien, auch von einigen Meeresconchylien so wie von Knochen von Landsäugethieren begleitet, welche grösstentheils einigen ausgestorbenen Hirsch- und Reh-Arten, und einer gleichfalls ausgestorbenen Bärenart, dem *Ursus arctoideus* angehören. Ganz ähnliche Beobachtungen über das Zusammenvorkommen von Menschenknochen und Topfscherben oder anderen Kunstproducten mit Knochen von allerlei Thieren in den Knochenhöhlen wurden später aus verschiedenen Gegenden Frankreichs, aus England, Brasilien und anderen Ländern bekannt, wie denn schon Rosenmüller und Sömmering dieselbe Thatsache aus den Knochenhöhlen Frankens erwähnt haben. In einigen Höhlen Frankreichs sind menschliche Ueberreste zugleich mit Knochen von Rhinoceroten, Hyänen, Tigern und Löwen gefunden worden, zum Beweise, dass damals noch ein ganz anderes Klima in jenen Gegenden herrschen mochte, als da Julius Cäsar mit seinen Legionen in Gallien eindrang. Ueber die Deutung dieser Thatsachen ist viel gestritten worden. Einstweilen aber möchten die Folgerungen nicht ganz zurückzuweisen sein, auf welche Marcel-de-Serres, Tournal, de Christol, Boué, Austen, Lund und andere Geologen geführt worden sind; die Folgerungen nämlich: dass noch während eines Theiles der quartären Periode in Frankreich und in anderen Ländern der gemässigten Zone ein Klima herrschte, welches mit dem Gedeihen südlicher Landsäugethiere vereinbar war; dass das Menschengeschlecht bereits während dieser Zeit zugleich mit diesen Thieren gelebt hat, und dass noch seit der Erscheinung des Menschen gewisse Species von Säugethieren untergegangen sind.

Die in offenen Spalten vorkommenden Knochenbreccien weichen sowohl in ihrer Beschaffenheit als auch in ihrem Vorkommen mehr oder weniger von den Gebilden der Knochenhöhlen ab. Ihr Bindemittel ist gewöhnlich kalkigsandig und selbst kalksteinartig, durch Eisenoxyd roth gefärbt und mit Gesteinsbruchstücken so wie mit Knochen erfüllt, die sich meist in zerbrochenem Zustande befinden. Die Zwischenräume des Gesteins sind, eben so wie die Hohlräume der Knochen, mit Kalktuf ausgefüllt, welcher überhaupt das Ganze durchdringt und zu einem oft sehr festen Gesteine verbindet. Die Thiere, welchen diese Knochen angehören, sind sehr verschieden, aber meist

von ganz anderer Art, als diejenigen, deren Ueberreste in den Höhlen vorkommen.

Hinsichtlich der Lagerung und Verbreitung dieser Knochenbreccien sind besonders folgende Umstände merkwürdig: 1) dass sie in der Regel spaltenähnliche, bisweilen auch unregelmässig muldenförmige, nach oben offene Räume der Kalksteingebirge ausfüllen; 2) dass sie vorzüglich an den Küsten der Continente und der Inseln des mittelländischen Meeres vorkommen; und 3) dass sie an allen bis jetzt bekannten Punkten ihres Vorkommens eine grosse Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften und Lagerungsverhältnisse zeigen.

So kennt man diese Knochenbreccien an dem Felsen von Gibraltar, bei Cette und Antibes, bei Nizza und Pisa, auf Corsica, Sardinien und Sicilien, an den Küsten Dalmatiens, Griechenlands und an vielen anderen Punkten des Litorale des mittelländischen Meeres. In Dalmatien scheinen sie am häufigsten vorzukommen, indem dort an den Küsten des Festlandes sowohl als der vorliegenden Inseln viele Fundorte derselben bekannt sind. Die, meist ganz zerbrochenen und zersplitterten Knochen stammen grösstentheils von Hirscharten ab; zugleich mit ihnen kommen Land- und Süsswasserschnecken und Kalksteingeschiebe vor, während ein dunkel ziegelrother erdiger Kalkstein das Bindemittel abgiebt. Auch dort erfüllt die Breccie nicht nur Spalten, sondern auch muldenförmige Vertiefungen und nach oben geöffnete Höhlen; sie selbst wird aber nirgends von einem anderen Gebilde bedeckt. Wie sich nun schon die eigentliche knochenführende Breccie an vielen Punkten Dalmatiens vorfindet, so giebt es nach Partsch unzählige Punkte, an denen dieselbe rothe Breccie ohne Knochen, aber ausserdem von ganz gleicher Beschaffenheit und unter ganz ähnlichen Umständen angetroffen wird.

§. 462. *Dünen, als Beispiel neuester Bildungen.*

Die allerneuesten und zum Theil noch gegenwärtig fortdauernden Bildungen sind es, welche man als recente, oder, sofern sie Werke des Wassers sind, als alluviale Bildungen zu bezeichnen pflegt. Sie bestimmen zugleich die sogenannte Alluvialperiode, welche zwar von der quartären oder Diluvial-Periode durch keine scharfe Epoche gesondert wird, desungeachtet aber in vielen ihrer Producte einen etwas andern Zustand der Erdoberfläche beurkundet, als ihn die meisten Diluvialbildungen voraussetzen lassen. Die Gegenwart ist das letzte Stadium, oder vielmehr der beständig vorrückende Endpunkt der Alluvialperiode.

Da übrigens während dieser Periode, ausser der hydrodynamischen Wirksamkeit der Gewässer, durch welche die eigentlichen Alluvia in der engeren Bedeutung des Wortes gebildet wurden, noch viele andere Naturkräfte in Thätigkeit waren und es noch gegenwärtig sind, so gehören auch mancherlei andere Bildungen der Zeit nach in das Gebiet der Alluvialperiode, obgleich sie ihrer Entstehungsweise nach nicht füglich als

Alluvia bezeichnet werden können. So sind z. B. die Korallenriffe, die Torfmoore, die Dünen, die Schneegefilde und Gletscher lauter Bildungen der in die Gegenwart reichenden nächsten Vergangenheit; sie gehören daher der Alluvialperiode, ohne doch eigentliche Alluvialgebilde zu sein, weil die fortführende und zusammenschwemmende Thätigkeit der Gewässer bei ihnen gänzlich ausser dem Spiele war.

Um unsern Lesern zum Schlusse doch wenigstens ein Beispiel dieser neuesten Bildungen vorzuführen, wollen wir noch in aller Kürze die Dünen besprechen.

Dünen nennt man die durch den Wind an der Seeküste zusammengewehten Sandhügel, welche sich durch die Veränderlichkeit ihrer Form und durch die Beweglichkeit ihres Standpunktes von anderen Hügeln und Bergen unterscheiden. Sie kommen häufig an den Westküsten des mittleren Europa, besonders an den Küsten von Jütland und Schleswig, von Holland und Frankreich vor. Der sie bildende Sand ist meist sehr reiner Quarzsand, welchem jedoch nicht selten Fragmente von Conchylien, bisweilen auch braune, torfähnliche Pflanzentheile beigemengt sind.

Die Sandhügel selbst sind in jeder Gegend alle nach einer Richtung in die Länge gestreckt, welche mit der Richtung der herrschenden Winde zusammenfällt; ihre Form ist meist triangulär oder nähert sich einer niedrigen, gleichschenkelig-dreiseitigen Pyramide, deren flacherer Fuss und sanfterer Abhang dem Winde zugekehrt, deren Gipfel und Steilabfall vom Winde abgekehrt sind. Diese Dünen kommen meist in grosser Anzahl nahe beisammen vor, sind gewöhnlich reihenförmig gruppirt, und bilden daher kleine Züge und Ketten von Sandhügeln, zwischen welchen sich kleine Schluchten, Tellen und Bassins hinziehen, in denen das Wasser entweder stagnirt, oder auch bald meerwärts bald landwärts fliesst, je nach dem wechselnden Stande des Meeresspiegels bei der Ebbe und Fluth.

Durch die Beweglichkeit des Flugsandes, als ihres eigentlichen Materiales werden die Dünen selbst beweglich, so dass sie im Laufe der Zeiten nach derjenigen Richtung vorwärts schreiten, welche mit jener der herrschenden Winde übereinstimmt. Steht also diese Richtung landeinwärts, so dringen die Dünen von der Küste in das Land ein; im Gegentheile bewegen sie sich in das Meer hinaus. Doch wird in beiden Fällen erfordert, dass hinter den Dünen immer neue Sandvorräthe, entweder vom Lande oder vom Meere her geliefert werden, wenn die Erscheinung überhaupt in einem grösseren Maassstabe zur Entwickelung gelangen soll.

Die Entstehung und das Vorwärtsschreiten der Dünen wird auf eine sehr einfache Weise bewerkstelligt. Wo der Flugsand ein zufälliges Hinderniss findet, da wird er zuvörderst zu einem Sandhaufen aufgestaut; der Wind treibt auf dem ihm zugewendeten Abhange des Sandhaufens immer mehr Flugsand hinauf, und so entsteht allmälig ein Sandhügel, auf dessen flachem Rücken der Sand aufwärts steigt, während er an dem steilen Abfalle hinabrollt. So trägt denn der Wind nach und nach die Massen der ihm zugewendeten Böschung ab, und wirft sie über den Gipfel der Düne, wo solche über die steile entgegengesetzte Böschung herunterfallen. Diese vordere Böschung muss daher

nothwendig vorwärts schreiten, weil der an ihr befindliche Talus immer neuen Zuwachs erhält.

Dieses Vorwärtsschreiten der Dünen verursacht oft fürchterliche Verheerungen der Küstenländer, und Forchhammer hat wohl Recht, wenn er behauptet, dass es, nächst den vulcanischen Erscheinungen, kein geognostisches Phänomen von gleich verderblichen Wirkungen gebe, wie die Dünen. Auf der an der Küste von Schleswig liegenden Insel Sylt haben die Verheerungen einen bedenklichen Charakter angenommen, seitdem das Meer im 14. Jahrhunderte einige westlich vorliegende Felsenriffe zerstörte, und dadurch den Damm vernichtete, welcher das Vorwärtsschreiten des Meeressandes verhindert hatte. Seit dieser Zeit dringen thurmhohe Sandberge, zwar allmälig, aber unaufhaltsam landeinwärts, und an die fruchtbarsten Marschfelder gränzen völlig unfruchtbare Sandgehänge, die sich wie steile weisse Wälle über die grüne Feldflur erheben, und alljährlich einen neuen Streifen Land erobern. Auf diese Weise ist die Stadt Rantum gänzlich begraben worden, bis auf drei Häuser, welche im Jahre 1831 noch frei standen, aber gleichfalls ihrer Vernichtung entgegen gingen. — Auch an den französischen Küsten verursachen die Dünen erstaunliche Verheerungen; besonders in den Departements der Gironde und der Landes rücken sie beständig landeinwärts, und begraben Dörfer, Fluren und Wälder. Auf diese Weise sind viele noch im Mittelalter erwähnte Dörfer gänzlich verschwunden, und das Städtchen Mimizan ist bereits über die Hälfte verschüttet. Nach den Beobachtungen von Brémontier beträgt das Vorrücken der dortigen Dünen alljährlich 60 bis 70 Fuss, so dass die Verwüstungen mit furchtbarer Schnelligkeit vorwärts schreiten. Bei Boulogne, an der Küste des Canals, haben die Dünen gleichfalls eine mächtige Entwickelung erlangt; doch hat man seit Cassini's Zeit angefangen, sie durch den Anbau von *Arundo arenaria* zu fixiren; wie denn überhaupt die Vegetation das einzige Mittel ist, mit welchem der Mensch diesen furchtbaren Feind bekämpfen kann. — Auch die Küsten der Ostsee, zwischen Swinemünde und Memel, sind den Angriffen der Dünen und des Flugsandes unterworfen. Grosse Waldstrecken, welche ehemals an der Küste hinliefen, sind dermaassen versandet, dass die Wipfel der 60 bis 80 Fuss hohen Kiefern nur noch wenige Fuss herausragen. In einem Zeitraume von 50 Jahren wurden von dem Schmolsiner Strandforste an 8000 Morgen unter dem Sande begraben, und mehre Dörfer mussten von ihren Bewohnern gänzlich im Stiche gelassen werden; die Sandberge sollen dort alljährlich 40 bis 50 Schritt vorwärts rücken, so dass sie dort noch weit schneller vordringen, als in der Gascogne.

In keiner Gegend aber dürfte die Erscheinung in einem grossartigeren Maassstabe ausgebildet sein, als an der Westküste Africas. Die Dünen schreiten dort landauswärts vor, und erhalten fortwährend neuen Zuwachs aus den endlosen Sandflächen der Sahara. Die Westküste Africas bildet daher, vom 20. bis zum 32. Breitengrade, vom Cap Bojador bis zum grünen Vorgebirge, einen Wüstenrand mit ausserordentlich hohen Dünen, welche immer weiter in die See hinausdringen. Der vor diesen Dünen liegende Meeresgrund ist eine fortlaufende Sandbank von so geringer Tiefe, dass man halbe Stunden weit hinauswaten kann, ehe das Wasser nur bis an die Kniee reicht. Das ist jene viel gefürchtete Küste, an welcher alljährlich so viele Schiffe stranden, und wo bei Winden die Luft fortwährend mit Sand erfüllt ist. Die höchsten Dünen

liegen in der Nähe des grünen Vorgebirges, wo sie bis zu 600 Fuss aufragen.

Die nordafricanische Wüste ist bekanntlich eine der grössten auf der Erde; sie zerfällt aber ihrer Beschaffenheit nach in zwei Hälften: in eine westliche Hälfte, die eigentlich Sahel genannt wird, und mit lauter Flugsand bedeckt ist; und in eine östliche Hälfte, die Sahar heisst, und nackte Geröllmassen mit einzelnen flachen Felsenriffen darstellt. Diese Sahar ist gegenwärtig den Einwirkungen des Windes entzogen, indem die ehemals auch in ihr vorhandenen Sandmassen schon längst nach Westen hinausgetrieben worden sind, während die schweren Gerölle liegen blieben. Aber auch in der Sahel jagen die herrschenden Ostwinde den leichten Sand immer weiter vor sich her, so dass das ganze Sandmeer in einer fortschreitenden Bewegung von Osten nach Westen begriffen ist. Daher erscheint die Osthälfte der Wüste, gleichsam rein gefegt vom Sande, als eine dürre Geröllfläche, hier und da mit niedrigen Bänken von Kalkstein, Granit oder Basalt, während in der Westhälfte der Sand bei jedem Winde aufwirbelt, die Atmosphäre mit Wolken erfüllt und einen unaufhörlichen Wechsel der Terrainformen verursacht. Vor jedem nur einigermassen festliegenden Gegenstande, vor jedem Dornstrauche oder Kameelgerippe staut der Wind allmälig einen Sandhügel auf, und so bilden sich fortwährend Dünen und Dünenzüge, welche immer wieder verschwinden, um neuen und anderen Platz zu machen. Bei sehr starken Winden aber, da geräth die ganze Sahel in eine unaufhörliche Bewegung; die Hälfte ihres Sandes schwebt in der Atmosphäre; alle Stunden ändern sich die Unebenheiten der Oberfläche, und die heute entstandenen Terrainformen sind morgen spurlos verschwunden.

Im kleinen Maassstabe bieten uns die Sandwüsten Polens ein Bild von dem, was Africa im grössten Maassstabe zeigt. Olkucz und Schiewier liegen in förmlichen Sandwüsten, und um Czenstochau breitet sich eine unbegränzte Sandfläche aus, auf der kein Baum und kein Strauch gedeiht. Bei heftigen Winden gleicht diese Fläche einem bewegten Meere, und die Sandhügel entstehen und verschwinden wie die Wogen des Oceans. Die Halden des alten Olkuczer Bergbaus sind daher 4 Lachter hoch mit Sand überweht, durch welchen man Schächte abteufen muss, um die von den Alten verstürzten Bleierze zu gewinnen. Bei Ujesczyce ragen einzelne nackte Kalksteinriffe aus dem Sandmeere heraus; die ganze Gegend ist unaussprechlich wüst und öde, und, bis auf die heisse Gluth der tropischen Zone, sind dort alle Elemente der africanischen Wüsten vorhanden.

Berichtigungen.

S. 744 Z. 1 v. u. lies **bei** statt **bis**.

765 Z. 6 v. o. lies XLII statt XLVII.

\- 791 Durch neuere Beobachtungen ist es bewiesen worden, dass der Isocardienkalk oder Dachsteinkalk **nicht** zur Trias-, sondern zur **Liasformation** gehört; eben so hat sich ergeben, dass die alpinischen Steinsalz-Ablagerungen zwar der Trias, aber nicht dem oberen Muschelkalke, sondern dem Buntsandstein oder den Werfener Schiefern angehören. Fr. v. Hauer im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1853, S. 715 ff.

\- 871 Die asphaltreichen Schichten von Seyssel und Travers gehören nach neueren Beobachtungen nicht der Jura-, sondern der Kreideformation, und zwar der Neocombildung an.

\- 890 Wegen der Liasformation in den östlichen Alpen ist zu bemerken, dass, neueren Entdeckungen zufolge, ausser den Adnether Schichten, auch der Dachsteinkalk oder Isocardienkalk (S. 791), die früher für unteren Jurakalk gehaltenen Kössener Schichten (S. 891) so wie die kohlenführenden Schichten von Gresten, Grossau und aus dem Pechgraben (S. 792) als Glieder dieser Formation erkannt worden sind. Eben so sind auch in der Gliederung der Juraformation einige Aenderungen eingetreten; v. Hauer a. a. O.

\- 915 Z. 14 v. o. lies **sénonien** statt **sénion**.

\- 1006 - 6 v. u. lies **bedeckt** statt **gebildet**.

\- 1008 - 4 v. u. lies **Beyrich** statt **Beyrieh**.

Register.

A.

Abdrücke, äussere, d. Fossil. I. 824.
Abfallskuppen I. 355.
Abformung (d. Fossil.) I. 818. 823. dabei thätige Mineralien I. 826.
Abgüsse I. 824.
Abietineen, fossile I. 853.
Abischtscha, Vulc. in Armenien I. 98.
Abplattung, polare, d. Erde I. 19. 313. theoret. Beweis I. 22. Bestimmung ders. durch Gradmessungen I. 19. durch Pendelschwingungen I. 27.
Absetzen der Schichten I. 501.
Absonderung der Gesteine I. 519.
bankförmige I. 948. II. 208.
krummschalige I. 521.
kuglige I. 949.
parallelepipedische I. 527.
plattenförmige I. 520.
prismatische I. 773.
säulenförmige I. 522. 952.
unregelmässig-polyedrische I. 527.
Absonderungsflächen der Gesteine I. 493.
Absonderungsformen I. 519. 948. 949.
Abstossen der Schichten I. 501.
Abu, vulc. Insel I. 103.
Abyssologie I. 9.
Acanthodes in d. Steinkohlenform. II. 562.
Acerineen, fossile I. 855.
Achat in Porphyr II. 679.
Achatmandeln im Melaphyr II. 714.
Achilleum I. 860.
Acidaspis in d. Silurformation II. 339.
Acmaea in d. obern Kreide II. 973.
Aconcagua, Vulc. Chile I. 107. Höhe dess. I. 84.
Acrodus im Keuper II. 781. im Muschelkalk II. 763. 766.
Acrolepis in d. perm. Form. II. 658. 661.
Acrostichites im braunen Jura II. 849.
Actaeon und
Actaeonella in d. obern Kreide II. 973.
Actinocrinus in d. devon. Form. II. 341. in d. Silurform. II. 336. in d. Steinkohlenform. II. 560. 566. im Uebergangsgeb. II. 327.
Actinolite-slate I. 579.
Adlersteine (Braunkohle) II. 1081.
Aegypten Nummulitenform. II. 1033.
Aeolian rocks II. 937.
Aestuarien I. 317.
Aestuarienformationen II. 11.
Aethophyllum im Buntsandstein II. 743.
Aetna I. 92. Bau dess. I. 182. Einsturz d. Gipfels I. 186. Eruption I. 155. 190. 192. Eruptionsepochen I. 282. Höhe I. 83. Kraterdimensionen I. 86. Lava, Bewegung ders. in ihm I. 125. Lavastrom I. 160. 165. 174. 175. 178. Salmiakbildung I. 173. Schlackenkegel I. 149. Spaltenbildung I. 158. 160.
Afrika, Chloritschiefergebirge II. 132. Gliederung seines Continents I. 318. Juraform. II. 896. Wüste II. 1173.
Agdagh, Vulc. Armen. I. 98.
Aggregationsformen I. 529.
Agnostus in d. Silurform. II. 339. 356.
Agridja, Vulc. Armen. I. 98.
Akhalzik, Vulc. Armen. I. 98.
Aktinolithschiefer I. 579.
Akuna, Akutan, } Vulc. d. Aleuten I. 112.
Alabaster I. 681.
Kalkalabaster I. 669.
Alaghez, Vulc. Armen. I. 98.
Alaid, Vulc. d. Kurilen I. 100.
Alaunerde in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1077.
Alaunfels I. 711.
Alaunschiefer I. 699. in der Stein-

kohlenform. II. 462. in d. Uebergangsform. II. 292.
Alaunstein I. 711. Entstehung I. 770.
Alaunthon in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1077.
Albâtre calcaire I. 669.
Albemarle, Vulc. auf I. 108.
Alberese (Nummulit.) II. 1035.
Albertia im Buntsandstein II. 743.
Albit im Diorit I. 579. 582. im Felsitporphyr I. 609. im Granit I. 571.
Alethopteris im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 556. in d. alpin. Trias II. 792. in d. Wealdenform. II. 910.
Aleuten, Vulcane ders. I. 112. vulcan. Inselbildung I. 154.
Algen, fossile I. 833.
Alkalien, als Mineral I. 418.
Allöosologie der Gesteine I. 417. 749.
Allorisma in d. perm. Form. II. 660.
Alluvialbildungen II. 1154.
Alluvionsgebilde I. 689.
Alpen Anthracitformation II. 538. Buntsandsteinformation II. 789. 790. Centralgneissstöcke I. 985. Chloritschiefer II. 129. Erratische Form. II. 1159. Flysch II. 144. Galt d. östlichen A. II. 1023. der Schweizer A. II. 1021. Gneissbildungen, neuere, kryptogene II. 174. Dislocationen ders. II. 176. metamorphische II. 186. Gosaubildung in d. östlichen (Kreide) II. 1023. Jura II. 889. 890. brauner II. 891. weisser II. 893. Keuperform. II. 792. Kohlenführende Schichten II. 1041. Kreideformation II. 1018. Liasformation II. 890. Molasseformation II. 1067. Muschelkalk II. 789. Neocombildung II. 1020. 1022. Oxfordthon II. 892. Silurformation II. 363. Eisenspath in dies. II. 314. Trias II. 789. Urschieferformation II. 129. 159.
Alpenkalkstein, obrer II. 893.
Alveolina in d. Nummulitenbildug II. 1039. im Seinebassin II. 1047.
Alveoliten in d. perm. Form. II. 659. in d. Silurform. II. 335.
Amargura, vulc. Insel I. 115.
Amas I. 904.
Ambil, vulc. Insel I. 103.
Amblypterus im Rothliegenden II. 594. in d. Steinkohlenform. II. 562.
Ambrym, Vulc. neue Hebrid. I. 113.
Amerika Gliederung d. Continents I. 322.
Amethyst im Basalt I. 652. in Felsitporphyr II. 619.
Amilpas, de las, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Ammoneen, foss. I. 887.
Ammoniakalaun in d. Braunkohle II. 1079.
Ammonites im Galt II. 965. im braunen Jura II. 858. im weissen Jura II. 876. 889. im Lias II. 800. 815. 819. in d. Neocombildung II. 963. in d. Senonbildung II. 974. in d. alpin. Trias II. 791. 792. 794.
Amorphozoa I. 860. im braunen Jura II. 850. im weissen Jura II. 876. 883. 886. in d. Kreide II. 955. in d. Senonbildung II. 967. in d. Trias II. 762. in d. Turonbildung II. 967. in d. Uebergangsform. II. 326.
Ampelite I. 699. in d. Uebergangsform. II. 292.
Amphibol I. 633. 666. Zersetzung dess. I. 763.
Amphibolit I. 579. 744. in d. Grünsteinform. II. 400. in Frankreich II. 405. im Urgneiss II. 86. im Urschiefer II. 140.
Amphitherium im braunen Jura II. 854.
Amphoterolithe als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Amplexus in d. devon. Form. II. 341. in d. Steinkohlenform. II. 565.
Ampullaria, tertiäre (Engl.) II. 1053.
Ampyx in d. Silurform. II. 358.
Amsterdam, vulcan. Inseln I. 96.
Amygdaloide Structur I. 482.
Anakutan, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Analcim I. 640. 652.
Analcimit I. 656. in d. Basaltform. II. 69.
Anamesit I. 647. in d. Basaltf. II. 1121.
Ananchites I. 871. in d. obern Kreide II. 969.
Ancyloceras im Galt II. 965. in d. Neocombildung II. 962.
Andalusit im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Granit I. 573.
Andesit I. 622. 625. 640. im Diorit d. Grünsteinform. II. 401.
Andesitlava I. 660.
Anglesea, Kupferkiesstock im Uebergangsgeb. II. 315.
Anhydrit I. 679. 680. hydrogen. Natur I. 748. Metamorphose I. 796. im Buntsandstein II. 736. im Keuper II. 773. im Lias II. 802. im Muschelkalk II. 751. 757. in d. Steinkohlenform. II. 470. im Zechstein II. 617.
Anhydritgruppe des Muschelkalks II. 757.
Anlagerung, schildförmige I. 931.
Anneliden, fossile I. 890. in d. devon. Form. II. 346. im braunen Jura II. 853.

860. im weissen Jura II. 884. in d. Kreide II. 959. in d. Nummulitenform. II. 1039. in d. Silurform. II 340. in d. Steinkohlenform. II. 571. in d. Trias II. 766. in d. Uebergangsform. II. 328.
Annularia I. 835. 837. in d. perm. Form. II. 655. in d. Steinkohlenform. II. 555.
Anodonta im Keuper II. 778.
Anomia in d. obern Kreide II. 971. im Seinebassin II. 1046.
Anomopteris im Buntsandstein II. 743.
Anoplotherium im Seinebassin II. 1050. tertiär in Engl. II. 1056.
Anorthit im Diorit d. Grünsteinform. II. 401.
Anthophyllum im weissen Jura II. 886. in d. Neocombildung II. 960. im Seinebassin II. 1049.
Anthozoa, foss. I. 863.
Anthracide als Gesteinbestandtheile I. 421.
Anthracit I. 674. 728. in d. Steinkohlenform. II. 472. 476. in d. Uebergangsform. II. 312.
Anthracitformation, alpinische II. 538.
Anthracotherium, tertiär, im Seinebassin II. 1045.
Anthrakonit I. 668.
Antillen, Vulc. auf den kleinen, I. 108.
Antimilo, vulc. Insel I. 93.
Antimonglanz in d. Uebergangsform. II. 317.
Antisana, Vulc. Quito I. 108.
Antonspik, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Antuco, Vulc. Süd-Amer. I. 107. Lavaeruption I. 156. Wassereruption I. 193.
Apateon in d. Steinkohlenform. II. 562.
Apatit im Glimmerschiefer II. 117. im Gneiss I. 573. im Hypersthenit I. 590. im Kalkstein I. 666. im Nephelindolerit I. 655.
Apatitsandstein II. 923.
Apenninen, Erdbeben in d., I. 230.
Aphanit I. 594.
Aphlebia in d. Steinkohlenform. II. 557.
Apiocrinus I. 869. im braunen Jura II. 855. im weissen Jura II. 886. in d. obern Kreide II. 969.
Aplit I. 574. Granit II. 205.
Apophyllit im Basalt I. 652.
Apophysen d. Gebirgsglieder I. 905. 936. II. 16. 65.
Aptychus I. 889. II. 959. (Anm.) im braunen Jura II. 858. im weissen Jura II. 876. 889. im Lias II. 818. in d. Senonbildung II. 975.
Arachnoiden, fossile I. 892.
Aralsee, Niveau des, I. 372.
Aral-tübé, Vulc. auf d. Insel I. 87.
Ararat, erloschne Vulc. I. 97. Eruption I. 239. Seiteneruption I. 86.
Araucarites I. 854. in d. perm. Form. II. 656. in d. Steinkohlenform. II. 476. 559. in d. alpin. Trias II. 790.
Arayat, Vulc. auf Luzon I. 103.
Arca in d. devon. Form. II. 344. im Galt II. 964. in d. obern Kreide II. 972. in d. Neocombildung II. 962. in d. perm. Form. II. 660. im Seinebassin II. 1047. in d. Steinkohlenform. II. 561.
Archaeocidaris in d. perm. Form. II. 659.
Archegosaurus in d. Steinkolenform. II. 562.
Arctocyon im Paris. Süsswasserkalk II. 1044.
Ardoise I. 556.
Ardoise porphyroide I. 619.
Arène II. 231.
Arequiba, Vulc. von Bolivia I. 107.
Argaeus s. Arghi-Dagh.
Argentiera, vulc. Insel I. 93.
Arghi-Dagh, Vulc. I. 97. Eruptionsepochen I. 80.
Argile à madrépores avec chailles II. 862.
de Dives II. 880.
plastique I. 723. im Bassin d. Seine II. 1044.
schisteuse I. 700.
Argilophyre I. 610.
Aringuay, Vulc. auf Luzon I. 103.
Arkos, Arkose I. 702. im Buntsandstein II. 729. im Lias II. 796.
Armenien Erdbeben in I. 239. 242.
Arragonit I. 652. 667. im Muschelkalk II. 748.
Arseneisen I. 584.
Arsenkies I. 573.
Arthrozoa, foss. I. 889. s. Crustaceen, Insecten.
Asama-yama, Vulc. auf Nipon I. 102.
Asaphus I. 892. in d. Silurform. II. 340. 348. 350. 352.
Asar I. 374.
Asbest im Kalkstein I. 667. im Serpentin I. 585. II. 484. im Talkschiefer I. 562.
Ascension, vulc. Ins. I. 96.
Asche im Zechstein II. 614. 616.
Asche, vulcanische I. 137. Wirkungen ders. I. 143.
Aschenkegel I. 147.
Aschenregen, vulcan. I. 143.
Ashburnhamkalk (Wealden) II. 900.
Asien Continentalvulcane I. 97. Gliederung des Continents I. 321 Juraform. II. 895.

Asono-yama, Vulc. auf Kiusiu I. 102.
Asphalt I. 674. 729. im weissen Jura II. 870.
Aspidura im Muschelkalk II. 763. 764.
Astacus in d. obern Kreide II. 975.
Astarte im braunen Jura II. 857. im Lias II. 818.
Asterias in d. obern Kreide II. 969. in d. perm. Form. II. 657.
Asterien I. 867.
Asterocarpus I. 839. in d. Steinkohlenform. II. 557.
Asterophylliten I. 835. 836. in der perm. Form. II. 655. in d. Steinkohlenform. II. 555.
Astraea in d. devon. Form. II. 341. im weissen Jura II. 886. in d. Neocombildung II. 960. im Seinebassin II. 1047. 1049. in d. Trias II. 762.
Atacama, Vulc. von, I. 107.
Atitlan, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Atka, Vulc. Insel d. Aleuten I. 112.
Atmosphaere, als Glied unseres Planeten I, 8.
Atmosphaerilien, Wirkungen ders. I. 751. 803.
Aufeinanderfolge der Formationen, Kriterien für dies. II. 14.
Auflagerung der Gesteine I. 909. 910.
deckenförmige I. 931.
kuppenförmige I. 931.
plateauförmige I. 931.
Auflagerungsfläche I. 911.
Auflagerungslinie I. 911.
Auflockerung der Gesteine I. 758.
Aufspaltung und
Aufsprengung d. Gesteine I. 959.
Augengneiss im Urgneiss II. 77. im Urschiefer II. 120.
Augit I. 654.
Augitfels I. 594.
Augitgestein im Urschiefer II. 142.
Augitporphyr I. 596. d. Grünsteinform. II. 68. 407.
Aulopora I. 862. in d. Silurform. II. 336. in d. Uebergangsform. II. 327.
Auripigment in Fumarolen I. 12?.
Ausgehende, das, der Schichten I. 501. 929.
Auskeilung der Schichten I. 501.
Auskeilungsrand I. 501.
Ausläufer d. Gebirgsglieder I. 905.
Auslaugung I. 818. 820.
Ausstrich d. Schichten I. 501.
offner u. verdeckter I. 929.
Auswürflinge der Vulcane I. 134. 450.
Auvergne, Gasquellen I. 301. Maare I. 186.
Avellana im Galt II. 964. in d. obern Kreide II. 973.
Avicula im Buntsandstein II. 744. in d. devon. Form. II. 343. im braunen Jura II. 856. im Lias II. 800. 805. 828. im Muschelkalk II. 760. Schlesien II. 787. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Senonbildung II. 972. in d. Silurform. II. 338. 348. 350. in d. Steinkohlenform. II. 562. 566. in d. alpin. Trias II. 790. 793. in d. Turonbildung II. 972. in d. Uebergangsform. II. 327. in d. Wealdenform. II. 910.
Axinus in d. perm. Form. II. 660.
Aymestry-Kalkstein II. 350.
Azoren, Vulc. der, I. 90.
Azufral, Vulc. Quito I. 108.

B.

Backkohle II. 476.
Baculites I. 889. in d. obern Kreide II. 974. in d. Neocombildung II. 962.
Baden, Keuperform. II. 775. Salzlager II. 758.
Bänke, im Meere I. 393.
Bänke aus Meeresthieren II. 44.
Bagnères, Quellen erkaltet I. 242.
Bagshotsand II. 1055 (Eocän).
Bakewellia in d. perm. Form. II. 660.
Baku am Caspisee, Erdfeuer I. 303. Salsen I. 298.
Bali-Pik, vulc. Insel I. 104.
Ballstones (in silur. Kalk) II. 301.
Banajau de Tayabas, Vulc. auf Luzon I. 103.
Bandjaspis I. 708.
Bandschiefer I. 788.
Barren-Island, Vulc. auf I. 105.
Barres II. 515. (in Kohlenflötzen.)
Barton-beds (eocän) II. 1055.
Baryt I. 685. 740. als Versteinerungsmittel I. 829. im Buntsandstein II. 732. im Liaskalk II. 801. in d. Uebergangsform. II. 307. im Urschiefer II. 149.
Basalt I. 648. Familie I. 642. klastische Gesteine dieser I. 712. Metamorphism. I. 773. pyrogene Natur I. 733. Gliederung der Säulen I. 524.
Basaltconglomerat I. 713.
Basaltformation II. 69. 1121. Alter u. Bildungsweise II. 1140. Gesteine II. 1123. Lagerung II. 1125. Structur II. 1134.
Basaltgänge II. 1131.
Basaltit I. 599.
Basaltjaspis I. 722. 775.
Basaltlava I. 660.
Basaltmandelstein I. 653.

Basaltporphyr I. 653.
Basalttuff I. 713. II. 1139. in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1078. in d. Nummulitenbildung II. 1036. tertiär in Sicilien II. 1095.
Basel, Erdbeben I. 211. 218.
Bathrologische Stellung eines Gebirgsgliedes I. 910.
Baumberge bei Coesfeld (Kreide) II. 1004.
Belemnitella (obere Kreide) II. 975.
Belemniten I. 884. im Galt II. 965. im braunen Jura II. 858. im weissen Jura II. 889. in d. Kreide II. 958. im Lias II. 805. 815. 819. in d. Neocombildung II. 963. in d. Senonbildung II. 975.
Belgien devon. Form. II. 384. Kohlenkalkstein II. 492. 502. Kreideform. II. 919. 926.
Bellerophon I. 884. in d. devon. Form. II. 345. 377. in d. Silurform. II. 338. 348. 350. in d. Steinkohlenform. II. 561. 569. in d. Uebergangsform. II. 328.
Belodon im Keuper II. 781. im Muschelkalk II. 763.
Bembridgekalk,
Bembridgemergel II. 1056 (eocän).
Bengalen, Erdbeben I. 239. 256.
Berapi, Vulc. auf Sumatra I. 105.
Berge I. 355.
Berggruppen I. 369.
Bergkalkstein (Steinkohlenf.) II. 464.
Bergland I. 333. 369.
Bergmehl I. 728.
Bergöl in Salsenschlamm I. 295. in Steinkohlen II. 475.
Bergreihen I. 369.
Bernstein in d. Kreide II. 924.
Beryll im Gneiss I. 567. im Granit I. 573.
im plusiat. Geröll II. 1161.
Beyrichia in d. Silurform. II. 339. in d. Uebergangsform. II. 329.
Bifrontia im Seinebassin II. 1046. 1048.
Bildungen s. Formationen.
Bildungsräume der Formationen II. 20.
Biloculina I. 862. im Seinebassin II. 1047.
Bimsstein I. 624. 628. in d. Trachytform. II. 1117.
Bimssteinconglomerat I. 710.
Bimssteingeröll I. 711.
Bimssteinlava I. 660.
Bimssteinsand I. 711.
Bimssteintuff I. 710.
Biolithe I. 425.
Biwonokubi, Vulc. auf Kiusiu I. 102.
Blackdowns bei Wellington II. 979.
Blackriver-Kalkstein (silur.) II. 371.
Black-shales (silur.) II. 356.
Blättersandstein im Mainzer Becken II. 1072.
Blasenräume in Gesteinen I. 955.
Blatta, Blattina in d. Steinkohlenform. II. 561.
Blatterstein I. 597.
Blattersteinschiefer I. 705.
Blauschiefer I. 667. II. 144.
Blegekridt II. 941.
Bleicarbonat I. 829.
Bleichung der Gesteine I. 756.
Bleierze in d. Uebergangsform. II. 316.
Bleiglanz als Versteinerungsmittel I. 830. im Buntsandstein II. 732. im Kalkstein I. 667. 674. im Liaskalk II. 801. im Muschelkalk II. 748. im Schieferthon II. 461. in d. Steinkohle II. 478. im Urgneiss II. 104. im Urschiefer II. 154.
Bleisulphat als Versteinerungsmittel I. 829.
Blocs eratiques II. 1155.
Blöcke, erratische II. 1155. glasirte II. 1010. (Kreidef.)
Blumenkorallen I. 863.
Bocche nuove (am Vesuv) I. 148.
Böhmen, Erdbeben I. 242. Basaltform. II. 1125. 1140. Mittelgebirge II. 1109. Silurform. II. 319. 353.
Böschung I. 335.
Bognor-beds (eocän) II. 1054.
Bohnerz I. 686. 688. im weissen Jura II. 870. in d. Kreide II. 924. 844. im Mainzer Becken II. 1071.
Bohnerzbildung II. 881.
Bolivina in d. obern Kreide II. 968.
Bologneserspath I. 685.
Bomben, vulcanische I. 135. 450.
Bone-bed, Trias II. 763. 784.
Bonin-Inseln, Vulc. Ostas. I. 102.
Boracit I. 681.
Boracitgestein in d. perm. Form. (Zechstein) II. 619.
Borsäure in Fumarolen I. 122.
Bosdagh, Vulc. Armen. I. 88.
Bourbon, Vulc. I. 96.
Brachiopoden, fossile, I. 872. in d. devon. Form. II. 342. im braunen Jura II. 852. 855. in d. Kreideform. II. 957. in d. Neocombildung II. 961. in d. perm. Form. II. 657. in d. Senonbildung II. 970. in d. Silurform. II. 336. in d. Steinkohlenform. II. 560. 567. in d. Trias II. 763. 765. in d. Turonbildung II. 970. in d. Uebergangsform. II. 327.

Brachyphyllum im braunen Jura II. 850.
Bracklesham-beds (eocän) II. 1055.
Bradford-clay (Jura) II. 821. 825.
Bramidos I. 205.
Brand (Steinkohlenform.) II. 463. (Anm.) 479.
Brandschiefer I. 701. im Lias II. 799. im Rothliegenden II. 593. 594. in d. Steinkohlenform. II. 463. in d. Uebergangsform. II. 293. von Seefeld II. 891.
Brasilien, Urgneissform. II. 111.
Brauneisenerz, Entstehung I. 798. als Versteinerungsmittel I. 830. im Buntsandstein II. 734. im Grünstein II. 416. im Kalkstein I. 674. in d. Kreide II. 918. in d. Steinkohlenform. II. 483. in d. Uebergangsform. II. 314. im Urschiefer II. 151. im Zechstein II. 614.
Braunkohle I. 729. 776. des Seinebassins II. 1044. des Wiener Beckens II. 1059.
Braunkohle, wachshaltige II. 1079.
Braunkohlenformation, nordteutsche II. 1073. Fossilien II. 1083. Gesteine II. 1074. Lagerung II. 1082.
Braunkohlenletten des Mainzer Beckens II. 1070.
Braunspath I. 593. 598. 667. im Buntsandstein II. 732. im Muschelkalk II. 748. 754.
Breccien I. 484.
Brecciole I. 713.
Brockengesteine I. 485.
Brontes in d. devon. Form. II. 346.
Bronzit I. 584. 646. 652.
Brucit im Serpentin II. 434.
Brunnen, artesische I. 46.
Bryozoa I. 860. im braunen Jura II. 851. 855. im weissen Jura II. 884. 886. in d. Kreide II. 957. in d. Neocombildung II. 960. in d. perm. Form. II. 657. in d. Senonbildung II. 969. in d. Steinkohlenform. II. 560. in d. Turonbildung II. 969. im Wiener Becken II. 1064.
Büah I. 193.
Buccinum in d. devon. Form. II. 345. in d. Uebergangsform. II. 328.
Buchenstein (alpin. Trias) II. 789.
Bucklandia im braunen Jura II. 850.
Buhrstone I. 134.
Bulimina I. 861. in d. obern Kreide II. 968.
Buntkupferkies I. 830.
Buntsandsteinformation II. 52. 727. Etagen ders. II. 737. Gesteine II. 727. Gliederung II. 737. Palaeontologisches II. 742. in den Alpen II. 789. 790. in England II. 782.
Byssoarca in d. perm. Form. II. 660.

C.

Cäment d. klastischen Gesteine I. 429. des Kalksteins I. 716. d. Sandsteine I. 594.
Calabrien, Erdbeben I. 198. 200. 202. 205. 216. 218. 221. 222. 228. 234. 237. 241. 242. 255.
Calamarien I. 835.
Calamitea in d. perm. Form. II. 653. 655.
Calamiten I. 835. im Buntsandstein II. 743. im braunen Jura II. 849. im Keuper II. 777. 781. in d. perm. Form. II. 647. 653. 655. in d. Steinkohlenform. II. 543. 554.
Calamopora in d. devon. Form. II. 341. 377. in d. perm. Form. II. 659. in d. Silurform. II. 336. 348. 349. 350. in d. Steinkohlenform. II. 566. in d. Uebergangsform. II. 327.
Calamosyrinx I. 847.
Calcaire amygdalin II. 303. 384. *à polypiers* II. 845. *coquillier* II. 745. *grossier* II. 1043. dessen Aequivalent in England II. 1055. *houiller* II. 464. *lacustre* II. 1043. dessen Aequivalent in England II. 1056. *laedonien* II. 845. *marneux* II. 1050. *saccharoide* I. 665. *silicieux* I. 676.
Calcareous grit II. 822. 825. lower and upper II. 880.
Calceola in d. devon. Form. II. 342. in d. Uebergangsform. II. 328.
Calcinirung I. 820. (Fossilisirung.)
Calciphyr I. 666.
Calderen II. 1146.
Callao, s. Lima.
Callianassa in d. Senonbildung II. 975.
Calp II. 465.
Calschiste I. 675.
Calymene I. 892. in d. Silurform. II. 339. 348. 350.
Calyptraea im Seinebassin II. 1048.
Cambrisches System II. 115. 331.
Cameraphoria in d. perm. Form. II. 660.
Camiguin, Vulc. auf Formosa I. 102.
Camptopteris im braunen Jura II. 849.
Campylodiscus I. 858.
Camsdorf, Zechstein bei, II. 623.
Canada, Erdbeben I. 217. 218.
Canaria, Erhebungskrater auf, I. 95.
Canarische Inseln, Vulcan. I. 95.
Canga (Eisenerz) I. 721.
Caninia in d. Steinkohlenform. II. 560.
Capac-Urcu, Einsturz dess. I. 185.
Caprina in d. obern Kreide II. 970.
Caprotina in d. Neocombildung II. 961.
Caprotinenkalk der Alpen II. 1020.

Capulus in d. devon. Form. II. 344. in d. Steinkohlenform. II. 569.
Capverdische Inseln, Vulc. I. 96.
Caracas, Erdbeben I. 216. 218. 223. 239. 245.
Caradoc-Sandstein (Silur.) II. 348.
Carbonische Formation, s. Steinkohlenf. II. 450.
Cardinia im Lias II. 805. 818. in d. Steinkohlenform. II. 561. 566.
Cardiocarpum in d. Steinkohlenform. II. 558.
Cardiola in d. devon. Form. II. 344. in d. Silurform. II. 338. 350. in d. Uebergangsform. II. 327.
Cardiomorpha in d. devon. Form. II. 344. in d. Steinkohlenform. II. 566.
Cardita im Galt II. 964. in d. perm. Form. I. 660. tertiär (Seineb.) II. 1046. 1047. in d. alpin. Trias II. 793.
Cardium in d. obern Kreide II. 972. im Lias II. 818. in d. Necombildung II. 962. tertiär (Seineb.) II. 1045. 1407.
Cargneule I. 678.
Carguairazo, vulc. Quito I. 108. Bergsturz I. 185. 193.
Cariophyllia I. 865. in d. devon. Form. II. 565.
Caryocystites in d. Silurform. II. 336.
Caspisee (s. a. Baku) Depression dess. I. 372.
Cassianschichten (alpin. Trias) II. 789. 791. Fossilien II. 793.
Cassidulus in d. obern Kreide II. 969. tertiär (Seineb.) II. 1047.
Catania, Erdbeben I. 201. 217. 239.
Catenipora I. 865. in d. Silurform. (Wenlock) II. 349. in d. Uebergangsform. II. 327.
Caulerpites in d. perm. Form. II. 655.
Caulopteris I. 844. im Buntsandstein II. 743.
Caunopora in d. devon. Form. II. 341.
Cellepora I. 862. 863.
Cenchriten I. 482. Anm.
Centralfeuer der Erde I. 66. Zweifel dagegen I. 69.
Cephalaspis in d. devon. Form. II. 346. 375.
Cephalopoden, fossile I. 882. in d. devon. Form. II. 345. im Galt II. 965. im braunen Jura II. 853. 858. im weissen Jura II. 884. 889. in d. Kreidef. II. 958. im Lias II. 815. 818. im Muschelkalk II. 760. 763. 766. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 657. 661. in d. Senonbildung II. 974. in d. Silurform. II. 339. obere II. 359. untere II. 357. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Trias II. 763. 766. alpin. II. 791. in d. Turonbildung II. 974. in d. Uebergangsform. II. 328.
Cephalopodenkalk d. alpin. Trias II. 791.
Cephalopodenschalen, fossile, deren Theile I. 883.
Ceraliten I. 887. im Buntsandstein II. 744. im Muschelkalk II. 760. in d. Trias II. 763. 766. alpin. II. 791. 793. 794.
Cerathodus im Keuper II. 778.
Ceriopora I. 863. im weissen Jura II. 886. in d. Neocombildung II. 960.
Cerithienkalk im Mainzer Becken II. 1070. im Seinebassin II. 1048. im Wiener Becken II. 1061.
Cerithiensand im Mainzer Becken II. 1070.
Cerithium im Galt II. 965. im braunen Jura II. 857. in d. Nummulitenbildung II. 1040. tertiär (Seineb.) II. 1045. 1046. 1848, 49.
Ceromya im weissen Jura II. 888.
Cerro de buen Tiempo, Vulc. N. Amer. I. 111.
Ceylon, Ringgebirge auf, I. 381.
Chabasit I. 633. 640. 652.
Chaeropotamus, tertiär, England II. 1056. Seinebass. II. 1050.
Chaetetes in d. Silurform. II. 336. 348. in d. Steinkohlenform. II. 565.
Chailles II. 862. 864.
Chalcedon im Basalt I. 652. im Buntsandstein II. 734. im Felsitporphyr II. 679. im braunen Jura II. 832. im weissen Jurakalk II. 864. 875. in d. Kreide II. 918. im Porphyrit II. 669. in d. Wacke I. 654.
Chalcite als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Chalk, gray II. 981. *lower and upper* II. 951.
Chalkformation II. 912.
Chalk-marl II. 927. 951. 981.
Chama in d. Nummilitenform. II. 1039.
Chara, tertiär (Seineb.) II. 1050.
Characeen, fossile I. 834.
Charitodon in d. Trias II. 766.
Cheiracanthus in d. devon. Form. II. 376.
Cheirurus in d. Silurform. II. 339.
Chelonichthys in d. devon. Form. II. 391.
Chemnitzia in d. Steinkohlenform. II. 561. 570.
Chemunggruppe (devon.) II. 393.
Chenopus im Lias II. 818.
Chiastolith im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Kalkstein I. 666.

Chiastolithschiefer I. 559. 789. in neuerem Gneiss II. 183.
Chile, Erdbeben I. 199. 201. 218. 226. 229. 236. 243. 245. Hebungen I. 235. 260. Vulcanreihe von, I. 106.
Chiles, Vulc. Quito I. 108.
China, Gasquellen in I. 304. Vulcane I. 87.
Chipicani, Vulc. von (Bolivia) I. 107.
Chirotherium, Fährten dess. I. 509. im Buntsandstein II. 733. 744. im Triassandstein Englands II. 784.
Chirripo, vulc. Centro-Amer. I. 110.
Chlor als Mineraltheil I. 419.
Chlorit I. 556. 561. 566. 573. 584. 618. 666. 688.
Chloritoschiste I. 561.
Chloritschiefer I. 561. 744. im Urgneiss II. 76. 88. im Urschiefer II. 128.
Chlorophäit I. 652.
Chlorwasserstoff von Vulcan. ausgehaucht I. 121.
Choamites I. 860.
Chondrites I. 833. in d. Nummulitenbildung II. 1040.
Chondrodit I. 666.
Chonetes I. 875. in d. devon. Form. II. 342. 376. 380. in d. perm. Form. II. 657. in d. Silurform. II. 337. 351. in d. Steinkohlenform. II. 561. 567. in d. Uebergangsform. II. 328.
Chromeisen im Serpentin I. 584. II. 434.
Chrysoberyll im plus. Geröll II. 1161.
Chrysolith im Serpentin II. 434.
Chthonographie s. Geognosie der festen Erdkruste I. 8. II. 1. Aufgabe ders. I. 9.
Chthonologie s. Geologie der festen Erdkruste I. 10.
Chthonotektonik I. 899.
Chungara, Vulc. Bolivias I. 107.
Chuquibamba, Vulc. Bolivias I. 107.
Cidariden I. 870.
Cidaris I. 871. im braunen Jura II. 855. im weissen Jura II. 887. in d. Neocombildung II. 961. in d. perm. Form. II. 657. 659. in d. Senonbildung II. 968. in d. Trias II. 763. 764. alpin. II. 793. in d. Turonbildung II. 968.
Cipollin (Kalkglimmer) I. 666. im Urschiefer II. 145.
Circusgebirge I. 380.
Cirripeden, fossile I. 891.
Citlaltepetl, Vulc. Mexic. I. 111.
Cladocora I. 865. in d. Steinkohlenform. II. 565.
Claro-Babuyan, Vulc. auf Formosa I. 102.
Clay, *London-* II. 1053.
Clay, *London-*, *mottled* II. 1053.
plastic II. 1053.
Clermont, erloschn. Vulc. von I. 150.
Cliff-limestone (silur.) II. 305. 373.
Clintongruppe devon. II. 372.
Clymenia I. 886. in d. devon. Form. II. 345. in d. Uebergangsform. II. 328.
Clypeastroiden I. 870.
Clypeus im braunen Jura II. 855.
Cnemidium I. 860. im weissen Jura II. 886. in d. alpin. Trias II. 793.
Coal-measures II. 493.
Coccosteus in d. devon. Form. II. 346. 376.
Coelestin als Versteinerungsmittel I. 829. im Buntsandstein II. 732. 734. im Liaskalk II. 801. im Mainzer Becken II. 1071. im Muschelkalk II. 748. 754. im Schieferthon II. 461. in d. Wealdenf. II. 907.
Cofre de Perote, Vulc. Mexic. I. 111.
Colima, Vulc. Mexic. I. 111.
Compass, bergmännischer I. 503.
Compressionsformen der Gesteine I. 534.
Comptonit I. 640.
Conchiferen, fossile I. 877. in d. devon. Form. II. 343. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 852. 856. im weissen Jura II. 884. 888. in d. Kreide II. 958. im Lias II. 815. 817. in d. Neocombildung II. 961. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 561. 566. in d. Trias II. 763. 765. in d. Uebergangsform. II. 327. im Wiener Becken II. 1065.
Conchorhynchus in d. Trias II. 766.
Concretionsbildung, seitwärts ausgreifende I. 934. übergreifende I. 933.
Concretionsform d. Gesteine I. 535.
Conferviden I. 833. in d. Wealdenform. II. 909.
Conglomerate I. 484. Contactmetamorphose I. 792. Buntsandstein II. 728. Keuper II. 768. d. Kreideform. II. 916. d. Molasseform. II. 1086. d. Steinkohlenform. II. 453.
polygene I. 718. d. perm. Form. in Russland II. 646. d. Rothliegenden II. 585.
Coniferen, fossile, im braunen Jura II. 849. 850. in d. perm. Form. II. 654. 656. in d. Steinkohlenform. II. 559. in d. Trias (England) II. 784.
Conocardium in d. devon. Form. II. 344. in d. Steinkohlenform. II. 561. 566.
Conocephalus in d. Silurform. II. 340. 356.
Conoclypeus in d. Nummulitenbildung II. 1039.

Contactgänge I. 917.
Contactmetamorphismus I. 753. 773.
Contactverhältnisse der Gesteine I. 905.
Continente, Aehnlichkeit ihrer Contouren I. 314. Gliederung ders. I. 316.
Contractionsformen der Gesteine I. 519.
Conularia in d. Silurform. II. 339. 357. in d. Uebergangsform. II. 328.
Conus, tertiär (Seinebass.) II. 1048.
Corallinenzone II. 42.
Coral-rag (Jura) II. 822. 825. 860. 861.
Corbis in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1039. im Seineb. II. 1047.
Corbula im Galt II. 964. im braunen Jura II. 857. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1039. tertiär, England, II. 1053. Seineb. II. 1045. 1849. in d. Wealdenform. II. 911.
Corcobado, Chilen. Vulc. I. 106.
Cordaites in d. Steinkohlenform. II. 559.
Cordierit I. 567. 573.
Cornbrash (Jura) II. 822. 825.
Cornstone (devon.) II. 374.
Cornubianit I. 566. 788.
Cornulites in der Silurform. II. 340. in d. Uebergangsform. II. 328.
Cornwall, Granitform. II. 218. 236. 276. Granitgänge II. 253. 258. Porphyrgänge II. 686. 687. Schiefergebirge II. 333. Steinkohlenform. II. 501. Zinnseifengebirge II. 1163.
Coronatenkalk (Jura) II. 843.
Coscinium in d. perm. Form. II. 659.
Coscinodiscus I. 812.
Coscinospira I. 861.
Cosiguina, Vulc. Centro-Amer. I. 110. Aschenregen I. 143. Eruption I. 133. 219.
Cotopaxi I. 108. Eruption I. 133. 191. 192. Höhe I. 83.
Couches I. 915. *en chapelet* II. 481. (Steinkohlenflötze.)
Coulées I. 940.
Couzeranit I. 666.
Cracatao, vulc. Insel, I. 105.
Crag von Norwich II. 1091. von Suffolk II. 1090.
corallinen II. 1090.
rother II. 1090.
Craie blanche II. 950.
chloritée II. 927.
jaune II. 936.
micacée II. 929.
tuffeau II. 927. 950.
Crania I. 876. in d. obern Kreide II. 971.
Crassatella, tertiär (Seineb.) II. 1045. 1046. 1047.
Creeps (in Kohlenbergwerk.) I. 988.
Crematopteris im Buntsandstein II. 743.
Creseis in d. Uebergangsform. II. 328.
Crioceras I. 889. in d. Neocombildung II. 963.
Cristellaria I. 861. in d. obern Kreide II. 968.
Crustaceen, fossile I. 890. in d. devon. Form. II. 346. im braunen Jura II. 853. in d. Kreide II. 959. im Lias II. 815. in d. perm. Form. II. 658. in d. Silurform. II. 339. in d. Steinkohlenform. II. 561. 571. in d. Trias II. 763. 766. in d. Uebergangsform. II. 329.
Ctenis im braunen Jura II. 850.
Ctenodus in d. Steinkohlenform. II. 562.
Cucullaea in d. devon. Form. II. 344. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 857. im Lias II. 818. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 566. tertiär (England) II. 1053. (Seineb. II. 1045. in d. Trias II. 765.
Culmites I. 852.
Cumana, Erdbeben I. 207. 218. 240.
Cumbal, Vulc. Quito I. 108.
Cupressineen, fossile I. 853.
Cupressites in d. perm. Form. II. 656. im Zechstein II. 628.
Cupressocrinus in d. devon. Form. II. 342. in d. Uebergangsform. II. 327.
Cutch, Hebung d. Bodens I. 253. 257. Juraform. II. 836. erloschne Vulcane auf, I. 99.
Cyatheites I. 843. im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 556.
Cyathocrinus in d. devon. Form. II. 341. in d. perm. Form. II. 657. 659. in d. Silurform. II. 336. in d. Steinkohlenform. II. 560. in d. Uebergangsform. II. 327.
Cyathophyllum I. 865. in d. devon. Form. II. 341. 377. 380. 382. im Lias II. 817. in d. perm. Form. II. 659. in d. Silurform. II. 336. 349. in d. Steinkohlenform. II. 565. in d. Uebergangsform. II. 327.
Cybele in d. Silurform. II. 339.
Cycadites I. 851. im braunen Jura II. 849. in d. Wealdenform. II. 910.
Cyclas in d. Wealdenform. II. 910.
Cyclolithes in d. obern Kreide II. 967. im Lias II. 817.
Cyclopteris I. 840. im braunen Jura II. 849. in d. perm. Form. II. 647. 654. in d. Steinkohlenform. II. 556. in d. Wealdenform. II. 909.
Cyclostoma, tert. (Seineb.) II. 1048. 1050.

Cyperites in d. Steinkohlenform. II. 559.
Cypraea in d. Nummulitenbildung II. 1040.
Cypricardia in d. Steinkohlenform. II. 566.
Cypridinen in d. Steinkohlenform. II. 561. 571.
Cypridinenschiefer (devon.) II. 388.
Cyprina in d. devon. Form. II. 344. in d. obern Kreide II. 972. tertiär, England II. 1053. Seinebass. II. 1044.
Cypris im Rothliegenden II. 594. in d. Wealdenform. II. 911.
Cyprisschiefer in d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1078.
Cyrena, tertiär, England II. 1053. Seinebass. II. 1044. 1046. 1049. in d. Wealdenform. II. 910.
Cyrenenmergel im Mainzer Becken II. 1069.
Cyrtoceras I. 886. in d. devon. Form. II. 346. in d. Steinkohlenform. II. 570. in d. Uebergangsform. II. 328.
Cystiphyllum in d. devon. Form. II. 341. in d. Silurform. II. 336. in d. Uebergangsform. II. 327.
Cytherea in d. Nummulitenbildung II. 1039. tertiär, England II. 1053. Seinebass. II. 1046. 1049.
Cytherina in d. devon. Form. II. 346. in d. Senonbildung II. 975. in d. Silurform. II. 339. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Uebergangsform. II. 329.

D.

Dachberge (Zechstein) II. 626.
Dachflötz (Zechstein) II. 609. 612.
Dachgestein = Hangendes.
Dachschiefer I. 559. 699. in d. Grünsteinform. II. 413. in d. Uebergangsform. II. 292.
Dachsteinbivalve, die (Trias) II. 791.
Dadocrinus in d. Trias II. 762. 764. alpin. II. 790. 791. Schlesien II. 787.
Dadoxylon in d. perm. Form. II. 656. in d. Steinkohlenform. II. 559.
Daenemark, Flintschichten in d. Kreide II. 941. Hebung des nördlichen I. 275.
Dalmatien, Senkung des Bodens I. 280.
Dammerde, vorweltliche (Wealdenform.) II. 901.
Damourit (in Urschiefergesteinen) II. 117. 122.
Danaeaceen I. 839.
Dapedius im Lias II. 816.
Dartmoorschiefer (Uebergangsform.) II. 378.
Davos, Porphyre von II. 705.
Decken der Gebirgsglieder I. 905. 936. 941.
Dejectionsgebilde, vulcan. I. 691. II. 7.
Delessit I. 605. in Achatmandeln d. Melaphyrs II. 716.
Deltabildungen II. 1154.
Demawend, Vulc. I. 98.
Dendriten auf Gesteinen I. 757.
Dendrophyllia, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Dentalina I. 861. in d. obern Kreide II. 968.
Dentalium im Galt II. 964. im Muschelkalk II. 760. im Seinebassin, tert. II. 1046. 1047. in d. Senonbildung II. 973. in d. Trias II. 763. 766. in d. Turonbildung II. 973.
Dermatin im Serpentin II. 434.
Désaggrégation vermiculaire I. 757.
Desmin I. 640. 652.
Desmosit I. 788.
Detonationsphaenomene bei Erdbeben I. 205.
Devonische Formation II. 51. 332. (Architektur, Gesteine etc. s. Uebergangsform.) Bestimmung ders. II. 330. Fossilien II. 340. Steinkohlen II. 394.
in Belgien II. 384. in Grossbrittanien II. 373. Devonshire II. 376. Schottland II. 375. Wales II. 374. in Nassau II. 386. in Nordamerika II. 392. am Rhein II. 379. in Russland II. 389. in Teutschland II. 379. in Sachsen II. 395.
Devonshire, devon. Form. II. 376. Granit II. 276. Steinkohlenform. II. 485. 501. 531.
Diabas I. 594. II. 68. Familie dess. I. 591. Klastische Gesteine dieser I. 703.
Diabase der Grünsteinformation II. 407. Begleiter ders. II. 412.
Diabasmandelstein I. 567.
Diabasporphyr I. 596.
Diabasschiefer I. 596.
Diadema im Galt II. 963. im weissen Jura II. 887. in d. Neocombildung II. 961.
Diallag I. 607.
Diallagrock I. 588.
Dialysen der Gesteine I. 750.
Diamant in plusiat. Geröll II. 1161. 1165.
Diatomeen, fossile, in d. Steinkohlenform. II. 560.
Diceras im weissen Jura II. 888.
Diceras-Kalk (weiss. Jura) II. 877.
Dichobune in England tert. II. 1056. im Seinebassin, tert. II. 1050.
Dichtigkeit der Erde I. 32. Bestimmung ders. durchs Bleiloth I. 34. durch die Drehwage I. 37. durch Pendelschwingungen I. 36.

Dichtigkeit des Erdinnern I. 39.
Dictyopteris I. 841. in d. Steinkohlenform. II. 556.
Dief II. 926.
Diluvialbildungen II. 1154.
Dinotherium im Wiener Becken II. 1067.
Diorit I. 580. 779. Familie dess. I. 579. Vorkommen der Diorite II. 405. im Grünstein II. 400. im Urgneiss II. 68. 86. im Urschiefer II. 140.
Diorites micacés II. 407.
Dioritporphyr I. 582. in d. Grünsteinform. II. 402.
Diorit schiefer (Grünsteinform.) II. 403.
Diplazites in d. Steinkohlenform. II. 556.
Diploctenium in d. obern Kreide II. 967.
Diplopterus in d. devon. Form. II. 376.
Diploxyleae,
Diploxylon in d. Steinkohlenform. II. 558.
Diprion in d. Uebergangsform. II. 326.
Dipterus in d. devon. Form. II. 376.
Dirtbeds (Wealdenform.) II. 901.
Disaster im weissen Jura II. 887.
Discina in d. perm. Form. II. 660.
Discoidea im Galt II. 963. im braunen Jura II. 855. im weissen Jura II. 887. in d. Neocombildung II. 961.
Dislocation der Gesteine I. 970.
Disthen I. 556. 567. 569.
Disthenfels I. 591. im Urgneiss II. 76. 89.
Djunging, Vulc. auf Java I. 104.
Dofane, Vulc. in Abyss. I. 94.
Doggerformation (braun. Jura) II. 795.
Dolerit I. 643. 644. in d. Basaltform. II. 69. 1121.
Doleritlava I. 660.
Doleritmandelstein I. 646.
Dolomie infra-liasique II. 801.
Dolomit I. 662. 676. hydrogenen Ursprungs I. 748. im Buntsandstein II. 731. 735. im braunen Jura II. 834. im weissen Jura II. 861. 867. 874. in d. Keuperform. II. 772. in d. Kreide II. 942. im Lias II. 801. im Muschelkalk II. 750. im Rothliegenden II. 593. in d. Steinkohlenform. II. 470. in d. Uebergangsform. II. 305. im Urgneiss II. 76. 95. im Urschiefer II. 148. im Zechstein II. 616. 639.
Dolomit-Asche I. 678.
Dolomitbildung I. 798.
Dolomitbreccie I. 717.
Dolomitconglomerat I. 717. im engl. Zechstein II. 642.
Dolomitgrand I. 718.
Dolomitisirung I. 799.
Dolomitmergel I. 679.
Domingo, Erdbeben I. 237.
Domit I. 622. 636.
Driftformation II. 1155.
Duckstein I. 711.
Dünen I. 375. 979. II. 1170.
Dysodil I. 727. in d. Braunkohlenf. II. 1078. in d. Tertiärbildung Sicil. II. 1095.

E.

Ebene I. 333.
Echiniden, fossile I. 866. 869. im braunen Jura II. 851. im weissen Jura II. 876. 887. in d. Kreide II. 957. im Lias II. 814. in d. Nummulitenformation II. 1039. in d. Senon- u. Turonbildung II. 969.
Echinodermen, fossile I. 866. im Galt II. 963. im braunen Jura II. 851. 855. im weissen Jura II. 876. 887. in d. Kreideform. II. 957. im Lias II. 814. in d. Neocombildung II. 960. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. perm. Form. II. 659. in d. Senonbildung II. 968. in d. Steinkohlenbildung II. 560. in d. Trias II. 762. 764. in d. Turonbildung II. 968.
Echinolampas in d. Nummulitenbildung II. 1039. im Seinebassin, tert. II. 1047.
Echinosphaerites in d. Silurform. II. 336. 348. in d. Uebergangsform. II. 327.
Echinostachys im Buntsandstein II. 743.
Effusionsschichten I. 948.
Egmont, Vulc. auf Neu-Seeland I. 113.
Eifel, Basalte II. 1130. Gasquellen I. 301. Kalksteinmulden (devon.) II. 382. Maare I. 188. II. 1144.
Einlagerung, bassinförmige I. 931.
Einschiessen der Schichten I. 503.
Einschlüsse der Gesteine I. 438. 467.
Einsenkungsthäler I. 405.
Einsprengung d. eruptiv. Gesteine I. 964.
Eis, als Mineral I. 418.
Eisberge, schwimmende II. 1157.
Eisenerz, oolithisches I. 688. in d. Kreide II. 945.
Eisenerze I. 686. Klastische Gesteine ders. I. 720. im Buntsandstein II. 732. im Jura II. 834. 870. in d. Kreide II. 944. in d. Nummulitenbildung II. 1036. in d. Porphyrf. II. 701. in d. Uebergangsform. II. 314. im Urschieferkalk II. 146. in d. Wealdenform. II. 906.
Eisenglanz im Dolerit I. 646. in Fumarolen I. 122. im Glimmerschiefer II. 117. im Granit I. 573. in Lavaspalten

I. 172. im Porphyr I. 618. im Porphyrite II. 669. im Urgneiss II. 102.
Eisenglimmer I. 573. 607. 652. im Buntsandstein II. 734.
Eisenglimmerschiefer I. 687.
Eisenkalk (Jura) II. 843.
Eisenkies im Basalt I. 652. im Diabas I. 595. im Diabasporphyr I. 597. im Diorit I. 581. im Dioritporphyr I. 583. im Felsitporphyr I. 618. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer I. 559. II. 117. im Granit I. 573. im Gyps I. 681. im Liaskalk II. 801. im Muschelkalk II. 748. im Porphyrit II. 669. im Serpentin I. 584. in d. Wealdenform. II. 907.
Eisenkies, tesseraler I. 419. bei Petrificirung I. 828. in d. Braunkohle II. 1082. in d. Kreide II. 924. in d. Steinkohlenform. II. 460. 478. im Urgneiss II. 103.
Eisenrahm I. 618.
Eisensandstein in d. Uebergangsform. II. 295.
Eisenspath I. 674. 685. 829. Familie des I. 684. hydrogener Natur I. 748. Metamorph. I. 795. in d. Silurform. II. 314.
Eisenthon I. 606.
Eisenverbindungen als Gesteinsbestandtheile I. 419.
Eisenvitriol in d. Braunkohle II. 1079.
Eklogit I. 591. in d. Granulitformation II. 197. im Urgneiss II. 76. 88.
Eläolith I. 577.
Elba, Erzlager im Urschiefer II. 153. Gabbro rosso II. 445. Porphyr, Alter dess. II. 706.
Elbrus, Vulc. Kaukas. I. 98.
Eliasberg, Vulc. N.-Amer. I. 112.
Ellipsocephalus in d. Silurform. II. 340. 356.
Elvan (Porphyr) II. 673. 683.
Emersion des Landes I. 395.
Encrinites im Muschelkalk II. 756. 760.
Encrinus I. 869. in d. Trias II. 762. alpin. II. 790. 793.
Endogenites in d. Wealdenform. II. 910.
England, Buntsandsteinformation II. 782. devonische Form. II. 333. 373. Eocänform. d. südlichen II. 1051. Erdbeben I. 242. Flintbildungen II. 940. 941. Galt II. 979. Grünsand, obrer II. 981. Hebung d. Küsten I. 266. Jura, brauner II. 843. weisser II. 861. 878. Jurassic System II. 821. Keuperform. II. 783. Kohlenkalkstein II. 488. Kreideform. II. 976. Kreidemergel II. 981. Lias II. 809. Neocombildung II. 976. Permische Form. II. 633. Senkung des Bodens I. 277. Senonbildung II. 983. Silurform. II. 310. 331. 347. Steinkohlenform. II. 501. 504. 505. 507. 531. Trias II. 781. 782. Turonbildung II. 980. Uebergangsform. II. 310. 331. Wealdenform. II. 897. 900. Zechstein II. 637.
Enkrinitenkalk im Muschelkalk II. 748. 756. 760.
Entomostraceen, fossile I. 891. d. Wiener Beckens II. 1065.
Eocänformation II. 54. 1030. 1032. in Belgien II. 1057. im südlichen England II. 1051. in d. Flysch- u. Nummulitenbildung II. 1033. im Seinebassin II. 1042.
Epidosit I. 583. in d. Granitformat. II. 204. 268.
Epidot I. 666.
Epithyris in d. perm. Form. II. 660.
Epochen d. Entwickelung der Erdkruste II. 19.
Epomeo, Vulc. I. 93. letzte Eruption I. 79. Trachytstrom II. 1103.
Equisetaceen I. 835. 836. im braunen Jura II. 849. im Keuper II. 777. 781. in d. Steinkohlenformat. II. 555. in d. alpin. Trias II. 792. in d. Wealdenform. II. 909.
Erebus, Vulc. d. südl. Polarland. I. 114.
Erbsenstein I. 670.
Erdbeben I. 193. Abhängigkeit ders. von geotekton. Verhältn. I. 229. von den Jahreszeiten I. 212. Allgemeines I. 194. Ausdehnung ders. I. 225. Begriff ders. I. 193. Beweglichkeit d. innern u. äussern Theile der Erdkruste I. 232. Bewegungsart bei I. 198. kreuzende I. 201. rotatorische I. 200. succussorische I. 198. undulatorische I. 199. Dauer ders. I. 216. Einwirkung auf d. Magnetismus I. 208. Elektrische Erscheinungen bei I. 207. Erschütterungskreis I. 220. Feuerausbrüche I. 207. Fortpflanzungsgeschwindigkeit I. 244. Fortpflanzungsweisen I. 220. centrale I. 220. lineare I. 222. transversale I. 223. Gasausbrüche I. 207. 238. Getöse, unterirdisches, bei I. 204. Häufigkeit I. 296. Nebel bei I. 206. Periodicität I. 218. Propagationsgrösse II. 225. Richtung der Bewegung u. deren Bestimmung I. 202. Sandausbrüche I. 238. Spaltbildung I. 235. Symptome, meteorolog. I. 209. Synchronismus verschiedner I. 219. Ursachen I. 281. 286. Vorzeichen I. 208. Wasserausbrüche I. 238. Wiederkehr

I. 216. Wirkungen ders. I. 235. auf Flüsse I. 242. auf d. Meer I. 243. auf Quellen I. 241. auf Seen I. 243.
in d. Apenninen I. 230. in Armenien I. 239. 242. in Basel I. 211. 218. in Bengalen I. 239. 256. in Böhmen I. 242. in Calabrien I. 198. 200. 206. 216. 218. 221. 222. 228. 234. 237. 241. 242. 255. Callao I. 223. 245. Caracao I. 216. 218. 223. 239. 245. Catania I. 201. 217. 239. Chile I. 199. 201. 218. 226. 229. 236. 243. 245. 253. 260. Cumana I. 207. 218. 240. Cutch I. 253. 257. Domingo I. 237. England I. 242. Guadeloupe I. 224. 239. Ionische Inseln I. 234. Jamaica I. 233. 243. Jorullo, Hebung dess. I. 251. Lahore I. 230. Lanzarote I. 250. Lima I. 223. 245. Lissabon I. 202. 221. 224. 227. 234. 242. 244. 256. Luuröe (Norweg.) I. 217. Messina I. 218. 233. Neapel I. 207. 252 256. Niederlande I. 210. 222. Nordamerika I. 199. 207. 218. 224. 225. 237. 239. 241. 243. 256. Palermo I. 212. Paris I. 208. Piemont I. 205. 207. 217. Pyrenaen I. 230. 242. 243. Rheinlande I. 221. 224. 228. Riobamba I. 198. Santorin (Hebung) I. 250. Schweden I. 242. Sicilien I. 212. 216. Valdivia I. 228. 254. Valparaiso I. 201. Walachei I. 238. 239. 241.
Erde, Abplattung ders. I. 19. 313. Bessel's Bestimmung ders. I. 21. 313. theor. Beweis für dies. I. 23. Dichtigkeit ders. I. 32. s. d. Formbestimmung ders. I. 17. durch Pendel I. 26. Grössenbestimmung ders. I. 14. Kugelgestalt der Erde I. 13. Abweichung davon I. 15. Unregelmässigkeit dieser I. 29.
Erden als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Erdfälle I. 384. in Kalkschlotten des Zechsteins II. 620. in d. weissen Kreide II. 935.
Erdfeuer I. 302.
Erdganzes u. seine Glieder I. 7.
Erdinnres I. 9. Feuerflüssigkeit I. 66. Temperatur I. 41. 116. Wärmequelle ders. I. 64.
Erdkohle (nordteutsche Braunkohle) II. 1078.
Erdkruste als Glied des Erdkörpers I. 8. Dicke ders. II. 18. Störung ihres Baues I. 969.
Erdoberfläche, Morphologie ders. I. 313. Temperatur I. 41. Unregelmässigkeit I. 29.
Erdschlacke II. 1078.
Erdtrichter I. 240.
Erhebungscircus I. 380.
Erhebungskegel I. 82. 179. 378. II. 1144.
Erhebungskrater I. 82. 179. 378. II. 1147.
Erhebungssysteme El. de Beaumont's I. 410.
Erhebungsthäler I. 382. 405.
Erhebungstheorie d. Gebirge I. 406. Geschichtliches I. 412.
Erosionsthäler I. 405.
Erratische Formation II. 1155.
Erschütterungskreis bei Erdbeben I. 220.
Eruption, vulcanische, Auswürfe von Asche I. 137. Lapilli I. 136. Schlacken I. 134. Blitze u. Gewitter I. 131. Feuerschein I. 130. Getöse I. 132. Ursachen ders. I. 281. 286. Vorzeichen I. 129.
Eruptionsepoche, Bestimmung ders. II. 66.
Eruptionskegel I. 81. II. 1151. Höhe ders. I. 84. laterale I. 147.
Eruptivformationen, granitische II. 187.
Erzgänge im Arkos des Lias II. 796.
Erzgebirge s. Sachsen.
Erzgesteine, krystallinische I. 686.
Erzlager u. -lagerstätten I. 917. im Gabbro II. 446. im Granit II. 220. im Hypersthenit d. Ophiolithform. II. 448. im Lias II. 803. im Muschelkalk II. 753. Schlesiens II. 787. im Rothliegenden II. 595. in d. Uebergangsform. II. 313. im Urgneiss II. 97. im Urschiefer II. 116. 149. im Zechstein II. 611.
Eschara, fossil. I. 862.
Étage albien (Kreide) II. 915.
aptien (Kreide) II. 915.
bajocien (Jura) II. 829.
bathonien (Jura) II. 829.
callovien (Jura) II. 829.
cénomanien (Kreide) II. 915.
conchylien (Trias) II. 727.
corallien (Jura) II. 860.
danien (Kreide) II. 915.
falunien (neogen tertiär) II. 1033.
kimmeridgien (Jura) II. 860.
liasien (Lias) II. 805.
oxfordien (Jura) II. 860.
parisien (tert.) II. 1033.
portlandien (Jura) II. 860.
saliférien (Trias) II. 727.
senonien (Kreide) II. 915.
sinemurien (Lias) II. 804.
subappenin (tert.) II. 1033.
suessonien (tert.) II. 1033. 1044.
toarcien (Lias) II. 806.
tongrien (tert.) II. 1033.
turonien (Kreide) II. 915.

Eugeniocrinus I. 869. im weissen Jura II. 887.
Eulysit II. 76. im Urgneiss 89.
Eumorphia im Jura II. 853.
Euomphalus in d. devon. Form. II. 345. in d. Silurform. II. 338. 350. 352. in d. Steinkohlenform. II. 561. 569. in d. Uebergangsform. II. 328.
Eupatagus in d. Nummulitenform. II. 1039.
Euphotid I. 588. in d. Ophiolithform. II. 446.
Euphotide variolitique II. 443.
Eurit I. 609. 610.
Eurite schistoide I. 568.
Euritporphyr I. 615.
Europa, Gliederung des Continents I. 319. Kreideform. Verbreitung II. 915.
Exogyra im weissen Jura II. 888. in d. Neocombildung II. 961.
Explosionskratere I. 187.

F.

Fabularia, im Seinebassin, tert., II. 1047.
Facies d. Sedimentformationen II. 46.
Fahlerz I. 681.
Fallbänder II. 97.
Fallen der Schichten I. 503.
Falllinie d. Schichten I. 502.
Faltungen der Schichtensysteme I. 987.
Faltungsthäler I. 405.
Faluns der Touraine II. 1067.
Farnkräuter, fossile I. 837. im braunen Jura II. 848. 849. in d. perm. Form. II. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 555.
Färöer, Trapp II. 1128.
Fasciculites I. 852. in d. Steinkohlenform. II. 559.
Fasergyps I. 682. im Keuper II. 773. 778.
Faserkalk im Schieferthon II. 461. im Serpentin II. 434. in d. Wealdenform. II. 907.
Faserkohle (Steink.) II. 475. (Braunk.) II. 1078.
Fatsisio, vulc. Insel Ostas. I. 102.
Feldspath im Felsitporphyr I. 609. im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Granit I. 570. im körnigen Kalkstein I. 666. im Porphyr I. 684. im Thonschiefer I. 559. glasiger, im Trachyt I. 622.
Feldspathisation I. 793.
Feldspathporphyr I. 612.
Feldspathpsammit I. 702.
Feldsteinporphyr I. 610. 615. in d. Porphyrform. II. 674.
Felsart I. 415.
Felsenformen I. 388.
Felsenmeere (Granitform.) II. 232.
Felsit I. 609. 610.
Felsitporphyr I. 608. 615. 737. 761. in d. Porphyrform. II. 68. 674. Lagerung II. 685. in d. Steinkohlenform. II. 483.
Felsitschiefer I. 551.
Felsittuff I. 707. im Rothliegenden II. 592.
Felstafeln I. 500.
Fenestella in d. devon. Form. II. 340. 377. in d. perm. Form. II. 659. in d. Silurform. II. 335. in d. Steinkohlenform. II. 565. in d. Uebergangsform. II. 327.
Ferdinandea s. Julia.
Feuerstein I. 552. 674. im weissen Jura II. 864. in d. Kreide II. 933. 939. im Muschelkalk II. 748.
Fichtelgebirge Urschieferform. II. 155.
Filons I. 916.
Filons-couches I. 917.
Finnland, Felsenbau d. Gneiss II. 111.
Fische, fossile I. 894. in d. devon. Form. II. 346. im braunen Jura II. 853. im weissen Jura II. 885. im Kupferschiefer II. 610. im Lias II. 816. in d. perm. Form. II. 658. 661. in d. Senonbildung II. 975. in d. Silurform. II. 340. in d. Steinkohlenform. II. 562. in d. Trias II. 763. 766. in d. Turonbildung II. 975. in d. Uebergangsform. II. 329. im Wiener Becken II. 1067. im Zechstein II. 612.
Fjord I. 317.
Flabellaria in d. obern Kreide II. 968. in d. Steinkohlenbildung II. 559.
Flachabfall bei Gebirgen I. 341.
Flachland I. 333. 369.
Flammendolomit im Keuper II. 772. 776.
Flammenmergel in d. Kreide (Pläner) II. 927. 928. im subhercyn. Territor. II. 1007.
Flammfeuer auf Vulcanen I. 123.
Flasern I. 480.
Flatschen I. 585.
Fleckschiefer I. 559. 788. metamorph. im neuern Gneiss II. 183.
Flint s. Feuerstein.
Flintconglomerat I. 693.
Flöha, Kohlenbassin von II. 485. 533.
Flötzformationen II. 51.
Flötzgangtrümer II. 515.
Flötzriegel, II. 515.
Flügel der Schichtenzonen, Mulden I. 921.
Flussspath I. 686. hydrogen. Natur I. 749. bei Petrification I. 829. Vorkom-

men: im Glimmerschiefer II. 117. im körnig. Kalkstein I. 666.
Fluviomarine Bildungen I. 814.
Flysch II. 144.
Flyschformation II. 1033. 1035.
Fogo od. Fuego (Vulc. d. Capverd.) I. 96.
Foraminiferen, fossile I. 861. im Galt II. 963. in d. Kreideform. II. 956. in d. Nummulitenform. II. 1038. in d. Senonbildung II. 968. in d. Steinkohlenform. II. 560. 565. in d. Turonbildung II. 968. im Wiener Becken II, 1064.
Forest-marble (Jura) II. 822. 825.
Formation crétacée II. 912.
houillère II. 450.
Formationen II. 3. Begriff einer F. II. 3. Eintheilung ders. II. 6. Gesteinsbeschaffenheit II. 58. Repetition dieser II. 67. Reihenfolge der Betrachtung II. 72. Structur II. 60. Uebersicht II. 68.
aequivalente II. 22.
amphotere II. 12.
azoische II. 9.
eocäne II. 1030. 1032.
erratische II. 1155.
eruptive II. 6. 19. 55. 58.
fluviatile II. 11.
fluviomarine II. 11.
hypozoische II. 9.
independente II. 10.
känozoische II. 50.
kryptogene II. 69. primitive u. neuere II. 71.
limnische II. 11.
litorale II. 11.
marine II. 11.
mesozoische II. 50.
miocäne II. 1030. 1073.
neogene II. 1032.
palaeozoische II. 50.
paralische II. 11.
pelagische II. 11.
pleistocäne II. 1153.
pliocäne II. 1030.
plutonische II. 1268.
postpliocäne II. 1153.
primäre II. 50.
primitive II. 8. 11. 18. Bildungsweise II. 160.
prozoische II. 9.
quartäre II. 50. 55. 1153.
secundäre II. 50. 726.
sedimentäre II. 6. 19.
tertiäre II. 50. 1025.
themelische II. 8.
vulcanische II. 12. 69. 1098.
Formations pluto-neptuniennes II. 12.
Formationsglieder II. 12.
Formationsgruppen II. 13.
Formationslehre II. 1.
Formentypus der Gesteinselemente I. 445. körniger I. 445. lamellarer I. 446. stänglicher I. 446.
Formes de retrait I. 519.
Formkohle (Braunk.) II. 1078.
Formosa, Vulc. auf, I. 102.
Fossilien II. 816. lebendige I. 825. Erhaltungszustände I. 817. Wichtigkeit ders. I. 812.
Fragua, de la, Vulc. von Quito I. 108.
Franken, neuere Gneissbildung II. 171. Grünsteine II. 425. weisser Jura II. 863. Keuper II. 775. Lias II. 809. 810.
Frankreich, Amphibolite II. 405. Basaltform. II. 1126. 1130. Eocänform. II. . Galt II. 986. 997. Granulitform. bei Lyon II. 203. Hebung des Bodens I. 265. Jura, brauner II. 834. 843. weisser II. 863. 878. Keuperform. II. 776. 777. Kreideform. II. 942. 984. 993. Lias II. 801. 809. Miocänform. II. 1067. permische Form. II. 651. Porphyre II. 697. 705. Senkung des Bodens I. 278. Steinkohlenform. II. 504. 522. Tertiärform., eocäne II. 1042. Trachytf. (Auvergne) II. 1104. 1106. 1113. 1118. Vulcane, erlosch. I. 150.
Franzensbad, Gasquelle I. 300.
Freundschaftsinseln, Vulc. I. 115.
Friction des Nebengesteins durch Eruptivgesteine I. 966.
Frictionsgesteine I. 690.
Frictionsstreifen bei Gesteinen I. 495.
Frittung I. 773.
Frondicularia in d. obern Kreide II. 968.
Fruchtschiefer I. 788.
Fucoiden I. 833. im braunen Jura II. 848. im weissen Jura II. 883. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 554. in d. Uebergangsform. II. 325. im Zechstein II. 612.
Fucoidensandstein in d. Nummulitenform. II. 1035.
Fucoidenschiefer II. 1035.
Fuego, vulc. Ins. Ostas. I. 103. s. a. Fogo.
Fugen der Gesteine I. 493.
Fumarolen I. 119. der Lavaströme I. 171.
Fungia I. 866. in d. obern Kreide II. 967.
Fusi oder Fusino-yama, Vulc. auf Nipon I. 102.
Fusulina in d. Steinkohlenform. II. 560. 565.

Fusus im Muschelkalk II. 760. in d. Nummulitenform. II. 1040. im Seinebassin, tert. II. 1048. 1849. in d. Senon- u. Turonbildung II. 973.

G.

Gabbro I. 588. Familie I. 586. Pyrogene Natur I. 737. in d. Granulitform. II. 197. in d. Ophiolithform. II. 68. 446. Alter dess. II. 447.
Gabbro rosso II. 445.
Gadolinit I. 573.
Gaenge I. 916. 936. eruptiver Gebirgsglieder I. 946.
Gaillonella I. 858.
Gaize (Tripel in d. Kreide) II. 923.
Galerites I. 871. im Galt II. 963. in d. obern Kreide II. 969.
Galmei I. 674. im Liaskalk II. 801.
Galopagos, Vulc. auf den, I. 108.
Galt II. 913. 914. 915. 949. d. östlichen Alpen II. 1023. d. Schweizer Alpen II. 1021. in England II. 979.
in Frankreich: Bassin der Seine II. 986. Provence II. 997.
in Teutschland: subhercynisches Kreideterritor. II. 1007. Westphalen II. 1001.
Galungung, Vulc. auf Java I. 104.
Gammacanope, Vulc. auf Gilolo I. 103.
Gandecken I. 366.
Gangformation II. 2.
Ganggranit II. 212.
Gangstöcke I. 917.
Gasarten, von Vulcanen ausgehauchte I. 120.
Gasquellen I. 298.
Gaudryina in d. obern Kreide II. 968.
Gasteropoden, fossile I. 880. in d. devon. Form. II. 344. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 852. 857. im weissen Jura II. 884. 888. in d. Kreide II. 958. im Lias II. 815. 818. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 657. 661. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 561. 569. in d. Trias II. 763. 766. in d. Uebergangsform. II. 328. im Wiener Becken II. 1065.
Gault II. 53. s. Galt.
Gebel-Koldagi, Vulc. Central-Afrik. I. 88.
Gebirge, Altersbestimmung I. 406. Ausbildung ihrer Form. I. 404. Begriff eines G. I. 337. Eintheilung I. 338. Allgemeine Gliederung ders. I. 346. Specielle Gliederung I. 350. Haupttheile I. 340. Physiognomie ders. I. 349.
Gebirgsabfall I. 340.
Gebirgsart I. 415.
Gebirgsformation, Altersbestimmung ders. I. 813.
Gebirgsfuss I. 340.
Gebirgsgipfel I. 341. 354.
Gebirgsglieder I. 900. deren Form I. 904. Lagerung I. 909.
deckenförmige I. 947.
eruptive I. 945.
gangartige I. 916. gangförmige I. 953.
geschichtete I. 918. deren Lagerung I. 927. Verknüpfung I. 932.
kuppenförmige I. 949.
lagerartige I. 914.
massige, Lagerung ders. I. 935. Schichtung I. 942. Structur I. 945.
stromförmige I. 947.
untergeordnete in Formationen II. 1. 13.
Gebirgsgranit II. 212.
Gebirgsjoch I. 352. Gliederung der Jöcher I. 355.
Gebirgsketten I. 339. 344. Bildung ders. I. 400. Richtung I. 344.
Gebirgsknoten I. 348.
Gebirgspass I. 342. 354.
Gebirgsprofil I. 342.
Gebirgsrücken I. 340. Gliederung ders. I. 353.
Gebirgsstöcke I. 348.
Gede, Vulc. auf Java I. 104.
Gehänge I. 351.
Gellivaraberg II. 101.
Gemmipora, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Genesseeschiefer (devon.) II. 393.
Geoden I. 459. im Zechstein II. 643.
Geogenie, Begriff ders. I. 7.
Geognosie, Begriff ders. I. 7. Eintheilung I. 10. des Erdganzen I. 13. der festen Erdkruste I. 8. Aufgabe dieser I. 9. 310. Eintheilung I. 310.
Geolithe als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Geologie, Aufgabe ders. I. 4. Begriff I. 1. Eintheilung I. 6. der festen Erdkruste I. 10.
Geosaurus im weissen Jura II. 885.
Geotektonik I. 899.
Geothermik I. 41.
Geröllformation II. 1155.
Gervillea im Buntsandstein II. 744. im braunen Jura II. 857. im Keuper II. 772. 776. 777. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. 760. in d. Neocombildung II. 962. in d. perm. Form.

II. 657. 660. in d. Senonbildung II. 972. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790. in d. Turonbildung II. 792.
Gervillienkalk im Muschelkalk II. 749.
Gervillienschichten (Jura) II. 893.
Gestade-Inseln I. 325.
Gesteine, Begriff ders. I. 415. Chem. Beschaffenheit I. 417. beim Contact I. 905. Accessorische Bestandmassen I. 438. Form u. Structur dieser I. 451. (Concretionen I. 451. Secretionsformen I. 457.) Mineralische Bestandtheile I. 420. wesentliche u. zufällige I. 432. Bruch I. 491. Classification I. 543. Schwierigkeiten dieser I. 540. Einschlüsse ders. I. 438. Genesis I. 730. Spaltbarkeit I. 490. Structur I. 443. Uebergänge in einander I. 537. Verschiedene Zustände I. 440.
amorphe I. 541. Structur ders. I. 488.
amygdaloidische I. 482.
cavernose I. 462.
compacte I. 461.
durchflochtene, durchtrümerte I. 483.
einfache I. 429.
endogene II. 6. Lagerungsfolge II. 63. Schichtung I. 945. Structur II. 60.
eruptive II. 6. mechan. Wirkung I. 958. 992. in d. Steinkohlenform. II. 483. in d. Uebergangsform. II. 284.
exogene II. 6.
feste I. 463.
gemengte I. 429.
hyaline I. 427. pyrogene Natur I. 733. Structur ders. I. 488.
hydrogene I. 730.
hypogen-metamorphische II. 10.
klastische I. 426. 541. 688. Cäment ders. I. 429. Structur ders. I. 484.
kryptogene II. 69.
kryptomere I. 433.
krystallinische I. 426. 541. 545. einfache I. 479. zusammengesetzte I. 481.
lagenförmige I. 483.
lockere u. lose I. 463.
metamorphische I. 441.
minerogene I. 423.
monogene I. 433.
neptunische II. 6.
oolithische I. 482.
phaneromere I. 433. Prüfung ders. I. 434.
phytogene I. 424. 541. 728.
phytophore I. 424.
plutonische II. 6.
polygene I. 433.
porodine I. 427. Structur I. 489.
porphyrische I. 481.
porose I. 461.
pyrogene I. 730.
schlackige, scoriose I. 462.
tubulose I. 462.
variolitische I. 483.
vesiculose I. 462.
zellige I. 461.
zoogene I. 424. 541. 726.
Gesteinselemente I. 425. Form ders. I. 426.
klastische I. 448.
krystallinische I. 445.
Gesteinsformen I. 492.
Gesteinsgänge, -lager I. 917.
Gesteinssphaeroide, Form ders. I. 475.
Gesteinsübergang I. 933.
Gesteinsverband, abnormer u. normaler I. 907.
Gesteinsverbindung I. 907.
Gewässer, Reich der, als Glied des Erdkörpers I. 8.
Gewitter bei Erdbeben I. 207. vulcanische I. 132.
Gewölbhöhlen I. 385.
Geysir I. 307.
Gipfelhöhe der Gebirge I. 343.
Gladiolites in d. Uebergangsform. II. 326.
Glaises glauconieux (Seineb.) II. 1046.
Glanzeisenerz I. 633. 686.
Glanzeisenerzlager im Urgneiss II. 102. im Urschiefer II. 152.
Glanzkobalt im Urgneiss II. 103.
Glanzkohle (Steink.) II. 475.
Gläser, natürliche I. 735.
Glasplatten (Muschelkalk) II. 760.
Glauconie grossière II. 1046.
inférieure II. 1044.
Glaukonit in d. Kreideform. II. 912. 938. im Sandstein I. 695. in d. Uebergangsform. II. 295.
Glaukonitmergel I. 679. in d. Kreide II. 912. 938.
Glaukonitsand in d. Kreide II. 938.
Gleicheniaceen, fossile I. 839.
Gleichenites in d. Steinkohlenform. II. 557.
Glen-Roy, Uferterrassen in, I. 360.
Gletscher I. 366.
Glimmer, Plattung dess. I. 465. Vorkommen: im Basalt I. 652. im Chloritschiefer I. 561. im Dioritporphyr I. 583. im Dolerit I. 646. im Dolomit I. 677. in Felsitporphyren I. 611. im Gabbro I. 589. im Granit I. 570. im Gyps I. 681. im Hypersthenit I. 590. im körnigen Kalkstein I. 666. im Serpentin I. 584.

Glimmergneiss (im Urgneiss) II. 76.
Glimmermergel (Kreide) II. 929.
Glimmerporphyr I. 612. in d. Porphyrform. II. 667.
Glimmersand (nordteutsche Braunkohle) II. 1075.
Glimmersandstein I. 698. in d. Uebergangsform. II. 287.
Glimmerschiefer I. 554. Familie I. 553. 742. 789. in neueren Gneissbildungen II. 183. Verbreitung dess. II. 122. im Urgneiss II. 76. im Urschiefer II. 116.
Glimmerschiefer, neuere I. 168.
Glimmerschieferconglomerat I. 697.
Glimmerthonschiefer (Urschieferform.) II. 127.
Glimmertrapp I. 614.
Globigerina in d. obern Kreide II. 968.
Globulina, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Glossopteris im braunen Jura II. 849.
Glumaceen, fossile, in d. Steinkohlenform. II. 559.
Glyptosteus in d. devon. Form. II. 390.
Gneiss I. 563. Hypothesen über d. Bildung II. 160. pyrogen I. 741. Zersetzung I. 762. 789. in d. Granitform. II. 204. 215. in d. Granulitform. II. 195.
Gneiss, porphyrartiger (Urgneiss) II. 77. primitiver (Urgneiss) II. 76. Schichtung u. Structur II. 79. Uebergänge II. 82.
Gneissbildung, neuere II. 168. in d. Alpen II. 174. Dislocationen hier II. 176. in Franken II. 171. in Norwegen II. 173. in Sachsen II. 169.
Gneissbildungen, neuere eruptive II. 178. in Norwegen II. 181.
neuere metamorphische II. 182.
Gneissbreccie,
Gneissconglomerat I. 702. im Urgneiss II. 114.
Gneissformation, primitive II. 75.
Gneissformationen, neuere II. 72. 168.
Gneissgänge II. 180. im Urgneiss II. 114.
Gneissschollen im Hornblendeschiefer II. 113.
Gold im Granit I. 573. im Itabirit I. 688. in plusiat. Geröll. II. 1161. 1163. im Urschiefer II. 124. 132. 150.
Gomphoceras in d. devon. Form. II. 346. in d. Silurform. II. 339. 350.
Goniatiten I. 887. in d. devon. Form. II. 345. in d. Steinkohlenform. II. 561. 570. in d. alpin. Trias II. 794. in d. Uebergangsform. II. 328.
Goniomya im braunen Jura II. 857. im Lias II. 818.
Gorgonia in d. devon. Form. II. 386. in d. Steinkohlenform. II. 565. in d. Uebergangsform. II. 327.
Gosaubildung (Kreide) d. östlichen Alpen II. 1023.
Gour-de-Tazena (Auvergne) I. 189.
Gottland, Insel (silur.) II. 367.
Gradmessungen I. 14. ältere I. 15. neuere I. 19. 20.
Gränzbreccie im Keuper II. 780.
Grahams. Julia I. 151.
Grammatit I. 666. 677.
Granat im Basalt I. 652. in Felsitporphyr. I. 618. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer I. 555. 561. 562. II. 117. 124. im Gneiss I. 567. II. 78. im Granit I. 573. im Hypersthenit I. 590. im körnigen Kalkstein I. 666. im Melaphyr I. 607. im Porphyrit II. 669. im Serpentin II. 433. im Trachyt I. 633.
Granit I. 570. Arten II. 211. Bergformen II. 230. Contactwirkung I. 792. II. 271. Einschlüsse II. 221. Familie I. 562. Gesteine, klastische, dieser I. 701. Kaolinisirung II. 234. Lagerungsform II. 237. Pyrogene Natur I. 739. Uebergänge I. 576. II. 210. Verkieselung dess. I. 810. 811. Wirkung auf Nebengesteine II. 269. Zersetzung I. 761. II. 230.
in d. Granitform. II. 204. in d. Granulitform. II. 193.
Granit, primitiver, im Urgneiss II. 83. regenerirter (Gneiss) II. 161.
Granitapophysen, in d. Granitform. II. 254. Injectionsgebilde II. 261.
Granitconglomerat I. 701.
Granite veiné I. 564.
Granitelle (Halbgranit) II. 205.
Granitellipsoide II. 237.
Granites brechiformes II. 225.
Granitformation II. 68. 203. eruptive II. 187. Gesteine II. 204. Lagerungsformen II. 237. Verschiedenheit der G. II. 272.
Granitgänge II. 194. 247. im Granit II. 250.
Granitinseln II. 237.
Granitit II. 205. 212.
Granitmarmor (Nummulitenkalk) II. 1034.
Granitone I. 588.
Granitporphyr I. 614. in d. Porphyrform. II. 674.

Granitstöcke II. 237. im Granit II. 246.
Granulit I. 568. 790. II. 76. 192. primitiver II. 85.
Granulitformation II. 68. eruptive II. 189. des Lyonnais II. 203. in Sachsen II. 189. Architektur ders. II. 197. Gesteine II. 193. in d. Vogesen II. 200.
Graphit im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Gneiss I. 566. II. 78. der Urgneissform. II. 95. im Granit I. 573. im körnigen Kalkstein I. 667. im Porphyr II. 697. Anm. in Thonschiefern d. Urschieferform. II. 124.
Graphitschiefer im Urschieferkalk II. 147.
Graptolithen I. 864. d. Silurform. II. 335. 348. 352. d. Uebergangsform. II. 326.
Grauliegendes (im Rothliegenden) II. 583.
Graustein I. 642.
Grauwacke, Contactmetamorphose I. 792. gemeine oder körnige I. 697. in d. Uebergangsform. II. 284. 285. rheinische (devon.) II. 380. schiefrige I. 698.
Grauwackenconglomerat II. 288.
Grauwackenformation II. 51.
Grauwackengebirge (Uebergangsgeb.) II. 330.
Grauwackenschiefer I. 699. Metamorphosen I. 792. II. 183. Umkrystallisirung I. 788. in d. Uebergangsform. II. 289.
Greenrock (Melaphyr) II. 721.
Greensand (Kreide) II. 922.
lower II. 951. 977.
upper II. 951. 981.
Greiner in Tyrol II. 88.
Greisen I. 547. in d. Granitform. II. 204. 216. Entstehung aus Granit II. 211.
Grès bigarré (Trias) II. 728.
de Beauchamp (Seinebassin) II. 1048.
houiller (Steinkohlenf.) II. 455.
inférieur du lias II. 651.
moyens (Seinebassin) II. 1043. Aequivalente in England II. 1056.
rouge (Rothliegend.) II. 584.
(*supérieur* im Seinebassin) II. 1051. Aequivalente in England II. 1057.
vert (Kreide) II. 922. 950.
de Vosges (Trias) II. 728.
Gresslya im weissen Jura II. 888.
Gritstone (Jura) II. 861.
Grobkalk (Bassin d. Seine), glaukonitischer II. 1046. mittlerer II. 1047. oberer II. 1048. unterer II. 1046.
Grobkohle I. 729. (Steink.) II. 475.
Grönland, Senkung d. Bodens I. 279.
Grünerde in Achatmandeln II. 716. im Basalt I. 652.
Grünsand (Kreide) II. 912. 915. obrer, untrer II. 913. in England II. 981. in Westphalen II. 1002.
Grünsandstein (Kreide) II. 921.
Grünstein I. 591. Metamorphosen durch I. 779. Pyrogene Natur des I. 737. im Urschiefer II. 141. 146.
Grünsteinbreccie, -conglomerat I. 703. II. 409. 426.
Grünsteine, amphibolische II. 399. 400. Lagerung II. 402. Petrographische Verhältn. II. 400. Vorkommen II. 405. Zusammensetzung II. 401.
basaltische I. 644.
dioritische II. 399. 400.
pyroxenische II. 399. 407. Begleiter ders. II. 412. Bergformen II. 412. Lagerung II. 418. petrograph. Verhältn. II. 407. Wirkung auf Nebengesteine II. 427.
im Glimmerschiefer II. 141. in d. Steinkohlenform. II. 483. in d. Uebergangsform. II. 307.
Grünsteinformation II. 68. 399.
Grünsteingänge II. 423.
Grünsteinmandelstein I. 597.
Grünsteinporphyr II. 415.
Grünsteinpsammit I. 704.
Grünsteinschiefer im Glimmerschiefer II. 141.
Grünsteintuff I. 704.
Gryphaea im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 800. 805. 817.
Gryphitenkalk (Lias) II. 796.
Guachamayo, Vulc. Quito I. 108.
Guadeloupe, Erdbeb. I. 234.
Guagua-Putina, Vulc. Bolivia I. 107.
Gualatieri (Vulc. Bolivia) I. 107. Höhe I. 84.
Guanacaure, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Guanaxuato, Bramidos von, I. 205.
Guano I. 897.
Gufferlinien I. 366.
Gunong-Api, Vulc. bei Banda I. 103. auf Sumatra I. 105. bei Sumbawa I. 104. Timor I. 103.
Gunong-Dempo, Vulc. auf Sumatra I. 105.
Gunong-Guntur, Vulc. auf Java I. 104.
Gunong-Ringgit, Vulc. auf Java I. 104.
Gunong-Tagal, Vulc. auf Java I. 104.

Gunong-Tinggez (Vulc. auf Java) I. 104. Grösse d. Kraters I. 85.
Gurhofian im Serpentin II. 434.
Gyps I. 680. 748. 829. Entstehung I. 748. Familie des I. 679. in d. Braunkohle II. 1079. 1080. im Buntsandstein II. 735. im Jura II. 870. im Keuper II. 773. 778. in d. Kreide II. 942. im Lias II. 802. in d. Molasseform. II. 1086. im Muschelkalk II. 751. in d. Nummulitenbildung II. 1036. in d. perm. Form. (Russland) II. 646. 649. im Seinebassin II. 1049. in d. Steinkohlenform. II. 470. in d. Uebergangsform. II. 305. in d. Wealdenform. II. 907. im Zechstein II. 617. Entstehungsweise des. II. 620.
Gypsbildung I. 796.
Gypserde I. 682.
Gypsschlotten I. 681.
Gyrodus in d. Wealdenform. II. 911.
Gyrolepis in d. Trias II. 763. Englands II. 784.

H.

Haard, die, Kreideform. II. 1005.
Haarsalz in d. Braunkohle II. 1079.
Hälleflinta II. 86. (im Gneiss.)
Haffield-Conglomerat (Trias) II. 784.
Haidesand (am Harz) II. 231.
Halbgranit I. 574. II. 205.
Hallerde (im Muschelkalk) II. 752.
Hallianassa im Wiener Becken II. 1067.
Halobia in d. alpin. Trias II. 793.
Haloide als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Haloidgesteine, krystallinische I. 661. Entstehung ders. I. 746. im Urgneiss II. 76. im Urschiefer II. 116.
Halymenites I. 833.
Halysites I. 865.
Hamiltongruppe (devon.) II. 393.
Hamites I. 889. im Galt II. 965. in d. obern Kreide II. 974.
Hangende, das, der Gesteine I. 912.
Haplocrinus in d. devon. Form. II. 342.
Harmotom I. 652.
Harpes in d. devon. Form. II. 346.
Harz, Eisenerze im Grünstein II. 416. Gangartige Grünsteine II. 422. 427. Granitform. (Brocken) II. 238. 275. (Felsenmeere) II. 232. Kreideform. II. 1005. Melaphyr II. 719. Quarzgänge im Porphyr II. 700. Rothschiefer in d. Umgebung des H. II. 604. Thonschiefer, metamorphos. II. 430. Uebergangsform. II. 309. (devon. II. 321.) 330.
Hassan-Dagh, Vulc. I. 97.
Hastingssand (Wealdenform.) II. 897. 902.
Hauptmuschelkalk II. 747.
Hauptrogenstein (Jura) II. 843.
Hausmannia in d. Wealdenform. II. 910.
Hauyn I. 639.
Headon Series II. 1056.
Headonhill-sand II. 1056.
Hebung des Bodens, permanente durch Erdbeben I. 247. vorgeschichtliche I. 257.
Hekla I. 113. II. 1147. Salz nach Eruption. I. 173.
Heliopora, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Hemiaster in d. Nummulitenbildung II. 1039.
Hemicardium in d. alpin. Trias II. 791.
Hemicidaris im weissen Jura II. 887.
Hemitelites im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 557.
Hemithren I. 666.
Hempstead-series (eocän) II. 1057.
Herculanum, Verschüttung I. 145.
Herdubreid, Vulc. auf Island I. 113.
Heteropoden, fossile, in d. devon. Form. II. 345. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 561. 569.
Hieroglyphenkalk (Kreide) in den Alpen II. 1020.
Hilsbildung (untre Kreide) II. 915.
Hilsconglomerat II. 1005.
Hilsformation II. 951. im subhercynischen Territor. II. 1005.
Hilssandstein II. 1006.
Hilsthon II. 1005.
Hippotherium im Wiener Becken II. 1067.
Hippuritenkalkstein (Kreide) II. 930. 931. 957.
Hippurites in d. obern Kreide II. 970.
Histologie der Gesteine II. 416. 443.
Hochebene I. 334. 366.
Hochgebirge I. 344.
Hochland I. 332.
Höhe der Gebirge I. 342.
Höhe, mittlere, der Continente I. 331.
Höhlen I. 385.
Höhlungen in Gesteinen I. 955.
Holacanthodes im Rothliegenden II. 594.
Holaster im Galt II. 963. in d. Neocombildung II. 961. in d. Senon- u. Turonbildung II. 969.
Holectypus im braunen Jura II. 855. in d. Neocombildung II. 961.
Holoptychius in d. devon. Form. II. 346. 376.
Holz, bituminöses I. 729. in d. Braunkohle II. 1078. in d. Tertiärbild. Siciliens II. 1095.
Homalonotus I. 892. in d. devon. Form.

II. 346. 380. in d. Silurform. II. 340. 350. 351.
Hood, Vulc. Californ. I. 111.
Hornblende, Metamorphos. ders. I. 765. in Dioriten I. 579. im Dioritporphyr I. 583. im Dolerit I. 646. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer I. 556. im Gneiss I. 566. im Granit I. 573. im Granulit I. 570. im körnigen Kalkstein I. 666. im Lherzolith I. 594. in Porphyriten II. 668. im Serpentin II. 434. im Syenit I. 578. im Thonschiefer I. 559.
Hornblendgestein I. 579.
Hornblendgneiss I. 566. im Urgneiss II. 76.
Hornblendporphyr I. 612.
Hornblendschiefer I. 579. 744. im Urgneiss II. 76. 86. im Urschiefer II. 140.
Hornera, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Hornfels I. 792. neuere Gneissbildung II. 183.
Hornkalk I. 670.
Hornmergel I. 670.
Hornquarzconglomerat (Rothliegend.) II. 587. im Kohlenkalk II. 466.
Hornstein I. 551. 674. 681. im braunen Jura II. 832. im weissen Jura II. 861. 864. in d. Kreide II. 918. im Muschelkalk II. 748. 754. im Porphyr II. 679. in d. Steinkohlenform. II. 458.
Hornstein, schwarzer II. 479.
Hornsteinfamilie I. 549.
Hornsteinnieren im Uebergangskalk II. 300.
Hornsteinporphyr I. 610.
Hornsteinschiefer in d. Uebergangsform. II. 298.
Hotscheou (Vulc. Chin.) I. 87.
Hudsonflussgruppe (silur.) II. 371.
Hügel I. 356.
Hundsgrotte bei Neapel I. 299.
Hunsrück, Melaphyr II. 719.
Hyaenodon, tert. England II. 1056.
Hyalith I. 640. 652.
Hyalomicte I. 547.
Hyalotourmalite I. 547.
Hybodus im braunen Jura II. 850. im Keuper II. 781. in d. Trias II. 763. 766. in England II. 784. in d. Wealdenform. II. 911.
Hydrolyte als Gesteinsbestandtheile I. 420.
Hydropteriden I. 845.
Hydrotalkit im Serpentin II. 433.
Hylologie der Gesteine I. 417.
Hymenophyllites I. 842. im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 556.
Hyotherium im Mainzer Becken II. 1071.
Hyperit I. 594. 596.
Hypersthen-Rock,
Hypersthen-Syenit I. 590. in d. Granulitform. II. 197. in d. Ophiolithform. II. 68. 448. Alter dess. II. 449.

I.

Ichniten I. 508. 824. in d. Steinkohlenform. II. 562.
Ichthyosaurus I. 897. im Lias II. 816.
Iguanodon in d. Wealdenform. II. 898. 911.
Ilämän, Vulc. N.-Amer. I. 112.
Ilfracombe-Gruppe (devon.) II. 377.
Illaenus I. 892. in d. Silurform. II. 340. 352.
Illano, Vulc. auf Mindanao I. 103.
Imatrasteine I. 455.
Imbaburu, Vulc. Quito I. 108. Wassereruption I. 192.
Imposible, Chilen. Vulc., Feuerschein auf ihm I. 131.
Imprägnation der Gesteine I. 794.
Incrustation I. 818. 821.
Indien, Basaltform. II. 1128. Zinnseifen II. 1163.
Indusdelta, Hebung u. Senkung des Bodens I. 253. 257.
Indusienkalk I. 893.
Infusorien, fossile I. 857. in d. Kreideform. II. 955. in d. Steinkohlenform. II. 560. in d. Uebergangsform. II. 326.
Infusorienpelit I. 727.
Injectionen d. eruptiven Gesteine I. 964.
Inoceramus im Galt II. 964. im braunen Jura II. 856. im Lias II. 818. in d. Senon- u. Turonbildung II. 972. in d. Uebergangsform. II. 327.
Insecten, fossile I. 893. im braunen Jura II. 853. im weissen Jura II. 884. im Lias II. 815. in d. Steinkohlenform. II. 561.
Inselgruppen I. 325.
Inselketten I. 326.
Inseln I. 314. 325. Gestade- I. 325. oceanische I. 325. vulcanische, Bildung ders. I. 151.
Integropalliata I. 879.
Intricaria im braunen Jura II. 855.
Ionische Inseln, Erdbeben I. 234.
Irasu, Vulc. in Centro-Amer. I. 109. 110.
Iridium im plusiat. Geröll II. 1161.
Irland, Basaltform. II. 1127. Granitgänge II. 249. Hebungen des Bodens I. 267. Kohlenkalkstein II. 488. 492. Kreideform. II. 942. Ringgebirge I.

382. Silurform. II. 353. Steinkohlenform. II. 498.
Ironsand (Wealdenform.) II. 897. 903.
Isalco, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Island, Basaltform. II. 1128. heisse Quellen I. 307. Thalbildung I. 361. Trappschicht. II. 419. Vulcane I. 113.
Isocardia in d. obern Kreide II. 972.
Isocardienkalkstein (alpin. Trias) II. 791.
Isoetites im braunen Jura II. 849.
Itabirit I. 688.
Itakolumit I. 546. im Urschiefer II. 137.
Italien, Subappeninform. II. 1091.
Jamaica, Erdbeben I. 233. 237. 243. 256.
Janira im Galt II. 964. in d. Neocombildung II. 962. in d. Senon- u. Turonbildung II. 972.
Jan-Mayen, vulc. Insel I. 114.
Jaspis I. 551. mit Serpentin assoc. II. 442. in d. Nummulitenbildung II. 1036.
Jaspisschichten (Kreide) II. 923.
Java, Vulcane auf, I. 104.
Jewosima, vulc. Insel I. 102.
Jochknoten I. 355.
Jochprofile I. 353.
Joanna Bogosslowa, vulc. Insel d. Aleuten I. 112.
Jorullo, Vulc. Mexic. I. 111. Hebung dess. I. 251.
Julia, vulc. Insel, Bildung ders. I. 152.
Julifloren, fossile I. 855.
Jura, brauner II. 795. schwarzer II. 795. weisser II. 795.
Juraformation II. 53. 795. 820. brauner Jura II. 829.
Fauna II. 850. Flora II. 848. Gesteine II. 829. Gliederung: in Baden II. 842. England II. 843. Frankreich II. 843. Würtemberg II. 837.
weisser Jura II. 860.
Fauna II. 883. Flora II. 882. Gesteine II. 860. Gliederung II. 871. in England u. Frankreich II. 878. in Teutschland II. 879. in Würtemberg II. 871.
in Afrika II. 896. in den Alpen II. 889. 890. brauner II. 891. weisser II. 893. in Amerika II. 896. in Asien II. 895. in England II. 822. in Polen u. Russland II. 894.
Juragebirge d. Schweiz, Keuper II. 779. Structur I. 993.
Jurassic System II. 821.
Jurassische Formationsgruppe II. 52. 794. Glieder ders. II. 795.

K.

Kämme in d. Steinkohlenform. I. 973.
Kännelkohle I. 729. Steinkohle II. 475.
Kalagan, Vulc. auf Mindanao I. 103.
Kalialbit I. 623.
Kaliglimmer I. 571. II. 117.
Kalkalabaster I. 669.
Kalkdiabas I. 597. in d. Grünsteinform. II. 409.
Kalkglimmerschiefer I. 667. im Urschiefer II. 143.
Kalkmergel I. 679. im weissen Jura II. 861. im Lias II. 805. 807.
Kalknagelfluh II. 1087. (Molasse.)
Kalknierenschiefer, devon. II. 384.
Kalkschiefer im weissen Jura II. 865.
Kalkschlotten im Zechstein II. 619.
Kalksinter I. 669.
Kalkspath im Basalt I. 652. im Diabas I. 593. 594. im Diorit I. 583. im Felsitporphyr I. 618. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer II. 117. im braunen Jura II. 832. im Kalkstein I. 667. 674. im Muschelkalk II. 748. 754. bei Petrification I. 826. im Serpentin I. 584. in d. Steinkohlenform. II. 461. 478. im Trachyt I. 640. in d. Uebergangsform. II. 300. in d. Wealdenform. II. 907.
Kalkstein I. 665. Arten I. 665. Bildungsweise I. 746. Dolomitisirung I. 798. Familie des I. 661. klastische Gesteine dess. I. 716. Gypsbildung im I. 769. Umkrystallisirung I. 784. Verkieselung I. 810. Verwandlung durch Grünstein II. 431.
in d. nordteutschen Braunkohlenform. II. 1075. 1080. in d. devon. Form. II. 376. 382. 385. 387. in d. Grünsteinform. II. 413. im Jura II. 824. 827. im braunen II. 831. 840. 843. im weissen II. 861. 863. 872. in d. Kreideform. II. 916. 929. 1015. im Lias II. 796. 800. in d. Molasse II. 1088. im Muschelkalk II. 745. im Porphyr II. 703. im Rothliegenden II. 592. in d. Silurform. II. 349. 350. 358. 364. 366. 372. in d. Steinkohlenform. II. 464. 470. 490. 573. in tertiärer Form. II. 1027. 1034. 1043. in d. alpin. Trias II. 789. in d. Uebergangsform. II. 284. 300. im Urgneiss II. 76. 90. im Urschiefer II. 144. Associationen das. II. 146. in d.

Wealdenform. II. 905. im Zechstein II. 607. 613. 614. 624.
Kalkstein, bituminöser, im Lias II. 800. in d. Steinkohlenform. II. 465. in d. Uebergangsform. II. 300.
concretionäre I. 669.
dichter im braunen Jura II. 833. weissen Jura II. 864. in d. Kreide II. 929. im Lias II. 801 u. f.
dolomitische K.e I. 676. in d. Buntsandsteinform. II. 735. in d. Steinkohlenform. II. 465.
eigentliche I. 662.
Friedrichshaller (Muschelkalk) II. 747.
gemeiner I. 673. in d. Uebergangsform. II. 300.
glaukonitischer I. 676. im Muschelkalk II. 749. 760. in d. Uebergangsform. II. 300.
hornsteinhaltige K.e in d. devon. Form. II. 376. 392.
körniger I. 665. im weissen Jura II. 867. in d. Kreide II. 929. in d. Uebergangsform. II. 300. im Urgneiss II. 76. 90.
kryptokrystallinische I. 671.
mergeliger im weissen Jura II. 872. im Seinebassin II. 1050. s. a. Kalkmergel.
oolithischer I. 669. im braunen Jura II. 831. 832. im weissen Jura II. 866. in d. Kreide II. 929. im Lias II. 801. im Muschelkalk II. 749. 760. im great Oolite II. 824. in d. perm. Form. in Russland II. 646. in d. Steinkohlenform. II. 465. in d. Uebergangsform. II. 300. 302.
Opatowitzer (Muschelkalk) II. 785.
phanerokrystallinische I. 665.
rauher im Zechstein II. 614.
von Syrakus (tertiär) II. 1095.
thoniger I. 676. im weissen Jura II. 872. in d. Wealdenform. II. 905. a. u. Thonkalkstein.
Kalksteinbreccien u. -conglomerate I. 716. im weissen Jura II. 864. 867. in d. Uebergangsform. II. 304. in d. Wealdenform. II. 905.
Kalkstein-Etagen d. böhm. Silurform. II. 358.
Kalksteingänge im Hypersthenit II. 448.
Kalksteingeröll I. 718.
Kalksteinkugeln im Sandstein II. 295.
Kalksteinlager, untergeordnete, in d. devon. Form. 378. 397. in d. perm. Form. II. 604.
Kalksteinmulden der Eifel II. 382.
Kalktalkspath I. 585. 652. 674. 681. 803. im Urschiefer II. 143.
Kalkthonschiefer in d. Uebergangsform. II. 300. 303. im Urschiefer II. 144.
Kalktrapp I. 597.
Kalktuff I. 672.
Kammhöhe der Gebirge I. 343.
Kammlinie d. Gebirge I. 341.
Kammschale (Zechstein) II. 610.
Kamtschatka, Vulcane in, I. 99.
Kanjaga, vulc. Ins. d. Aleuten I. 112.
Kaolin I. 723. 760.
Kaolinisirung der Gesteine I. 759. des Granits II. 234. des Porphyrs II. 667. 681.
Karantyschdagh, Vulc. Armen. I. 98.
Karpathen, Juraform. II. 890. Menilitform. II. 1042.
Karpolithen im braunen Jura II. 850. in d. Steinkohlenform. II. 559. in d. Wealdenform. II. 910.
Karstenit I. 679.
Kasbek, Vulc. Kaukas. I. 78.
Kasumbra, Vulc. auf Sumatra I. 105.
Katabothra I. 387.
Katlegiaa, Vulc. Islands, Eruption I. 191.
Kaukasus, Kreideform. II. 926. Vulcane I. 98.
Kegelgebirge I. 349.
Kelloway-rock (Jura) II. 822. 825. 841. 847.
Kentish-rag (Kreide) II. 977.
Kersantit (amphibol. Grünstein) II. 407.
Kersanton I. 580.
Kesselthäler I. 382.
Kettengebirge I. 338.
Keuperformation (Trias) II. 52. 726. 767. Gesteine ders. II. 768. Gliederung II. 774.
in den Alpen II. 792. in Englaad II. 783.
Keupermergel II. 771.
Keupersandstein II. 767. 768.
Kiese als Gesteinsbestandtheile I. 421.
Kieselerde als Mineral I. 418. bei Petrificirung I. 828.
Kieselgesteine I. 545. des Urschiefers II. 132.
amorphe I. 552.
klastische I. 692.
Kieselguhr I. 728.
Kieselkalkstein I. 676. im weissen Jura II. 864. im Seinebassin II. 1050.
Kieselpanzer der Infusorien I. 857.
Kieselschiefer I. 549. in d. Braunkohlenform. II. 1080. im Grünstein II. 412. in d. Kreide II. 923. in d. Stein-

kohlenform. II. 458. 466. in d. Uebergangsform. II. 298. im Urschiefer II. 139.
Kieslager im Urgneiss II. 1030.
Killas (Cornwall) II. 333.
Kimmeridge-clay (Jura) II. 822. 826. 860. 862.
Kinnekulle (Silur.) II. 366.
Kiraues, Krater auf Hawai I. 115. Grösse dess. I. 86. Ausfliessen u. Wallen d. Lava I. 126.
Kissalidagh, Vulc. Armen. I. 98.
Kiusiu, Vulc. auf, I. 102.
Klingstein I. 637.
Kliutschewskaja Sopka (Kamtsch. Vulc.) I. 99. Höhe I. 84. Grösse des Kraters I. 86.
Klobat, Vulc. auf Celebes I. 103.
Klüfte der Gesteine I. 493.
Knauer-Molasse II. 1087.
Knistersalz I. 684.
Knochenbreccien I. 898. im Keuper II. 780. quartäre II. 1167.
Knochenhöhlen, quartäre II. 1167.
Knochensand des Mainzer Beckens II. 1072.
Knollenstein II. 1076.
Knorpelkohle (Braunk.) II. 1078.
Knorria I. 849. in d. perm. Form. II. 654. in d. Steinkohlenform. II. 558.
Knotenerze II. 732.
Knotenflötze (Steinkohlen) II. 481.
Knotenschiefer I. 559. 788.
Koa, vulc. Ins. I. 115.
Kochsalz, Familie dess. I. 682. in Lavaspalten I. 172. in Salsenschlamm I. 295. in d. Steinkohlenform. II. 471.
Kohlenbrände II. 527.
Kohlenbrandgesteine d. nordteutschen Braunkohlenform. II. 1078.
Kohlenbrandproducte I. 772.
Kohlenbrandrückstände I. 772.
Kohlenflötze s. Steinkohlenflötze.
Kohlenführende Schichten d. Alpen II. 1041.
Kohlenhornstein (Steinkohenform.) II. 479.
Kohlenkalkstein (Steinkohlenf.) II. 474. 487. Bildung dess. II. 573. Gliederung II. 492. Verbreitung II. 488.
Kohlenlager II. 507.
Kohlenletten in d. Braunkohlenform. II. 1077. im Keuper II. 770.
Kohlensäume II. 507.
Kohlensäure, als Mineralbildend I. 419.
Kohlensäureentwickelung, vulc. I. 121. 299. Menge ders. I. 300.
Kohlensandstein II. 455.
Kohlenschiefer I. 700.
Kohlenschmitze II. 507.
Kohlenstoff als Gesteinsbildend I. 417.
Kohlenwasserstoffquellen I. 302.
Kololithen I. 818. 896.
Koosima (Vulc. d. Kurilen) I. 101. Höhe dess. I. 83.
Koprolithen I. 896.
Korallen, fossile I. 858. s. *Polypen*.
Korallenkalkstein im Jura II. 845. 864. 866. d. Alpen II. 893. in d. Kreide II. 929. in d. Uebergangsform. II. 300.
Korallenkreide II. 933. 937.
Korund I. 567. 573. 666. 677. 1161.
Krabla, Berg auf Island I. 113.
Krater I. 81. 84. Dimensionen ders. I. 85.
Kraterseen I. 186. 383.
Kräuterschiefer I. 700.
Krebse, fossile I. 892. im braunen Jura II. 853. im weissen Jura II. 884. im Lias II. 815.
Krebsscheerenkalk (weisser Jura) II. 876.
Krebsschichten (brauner Jura) II. 853.
Kreide I. 726. II. 931.
 bleiche II. 941.
 gelbe der Touraine II. 933.
 graue II. 936.
 obere s. Senon- u. Turonbildung.
 in Frankreich II. 988. am Harze II. 1008.
Kreideformation II. 52. 912.
 Allgemeines II. 912. Ausbildung, verschiedne II. 951. (in d. Alpen II. 1018. Belgien II. 993. England II. 976. im nördl. Frankreich II. 984. in dessen Centralplateau II. 993. in Teutschland, nördliche II. 999. am Harz II. 1005. im K. Sachsen II. 1012.)
 Facies d. Glieder II. 947. Fauna II. 955. Flora II. 954. Gesteine II. 916. Gliederung II. 946. Verbreitung II. 915. 952.
Kreidemergel II. 913. 915. 927. in England II. 981. in Teutschland II. 1009.
Krinoiden, fossile I. 867. in d. devon. Form. II. 341. im braunen Jura II. 851. im weissen Jura II. 876. 886. im Lias II. 814. 817. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. perm. Form. II. 657. in d. Silurform. II. 336. in d. Steinkohlenform. II. 566. in d. Trias II. 762. in d. Uebergangsform. II. 327.
Krinoidenkalkstein, von Agordo II. 791. im Jura II. 832. in d. Kreide II. 929. in d. Steinkohlenform. II. 465. in d. Uebergangsform. II. 300.

Krystallform, petrographischer Werth ders. I. 421.
Krystalloide nach Steinsalz I. 512.
Küstenbrüche I. 375.
Küstenglieder, Form. ders. I. 317.
Kugeldiorit I. 581.
Kugelgrünstein II. 411.
Kupfer, gediegen, im Melaphyr II. 717. im Serpentin I. 585. II. 434.
Kupfererze im Buntsandstein II. 732. im Melaphyr II. 717. in d. perm. Form. in Russland II. 648. im Rothliegenden II. 595. in d. Uebergangsform. II. 315.
Kupferglanz I. 830.
Kupferkies im Diabas I. 595. im Kalkstein I. 667. im Liaskalk II. 801. im Serpentin I. 585. II. 434. in d. Steinkohle II. 478. im Urgneiss II. 103. im Urschiefer II. 154. als Versteinerungsmittel I. 830.
Kupferschiefer I. 679. im Zechstein II. 607. 609.
Kupferschieferformation,
Kupferschiefergebirge II. 582.
Kuppelgebirge I. 349.
Kuppen (Gebirgsglieder) I. 904. 936. 939.
Kurhessen, Zechstein in, II. 625.
Kurilen, Vulcane I. 100.

L.

Labrador im Basalt I. 651. im Diabas I. 593. im Melaphyr I. 603. II. 711.
Labradorbasalt I. 650.
Labradorporphyr I. 596.
Labyrinthodon in d. Trias (England) II. 784.
Lager I. 915. 942.
Lagergänge I. 917.
Lagergrünstein II. 308. (Uebergangsform.)
Lagerstöcke I. 915. 942.
Lagerung der Gebirgsglieder I. 909. abgeschlossene I. 914. concordante u. discordante I. 927. II. 15. durchgreifende I. 912. II. 15. 64. untergreifende I. 913. II. 16. 65.
Lagerungsfolge der Formationen II. 4.
Lago d'Ansanto I. 93.
Laminarienzone II. 42.
Lamongang, Vulc. auf Java I. 104.
Land, Bildung dess. überhaupt I. 395. Contourformen I. 314. Gliederungsverhältnisse I. 324. Theorie ders. I. 327. Reliefformen dess. I. 329.
Landgesenke I. 371.
Landschneckenkalk des Mainzer Beckens II. 1070.
Landschwellen I. 371.
Landseen, Temperatur ders. I. 70.
Längenvulcane II. 1147.
Lanzarote, Erhebung I. 250. Lavakaskade I. 161.
Lapilli I. 135.
Larvaria, im Seinebass., tert. II. 1047.
Laumontit I. 652.
Lava, Aufwallen ders. I. 125. Ausfliessen I. 126. 159. Bewegung ders. I. 160. Geschwindigkeit der Bewegung I. 163. Blasenräume I. 173. Definition ders. I. 656. Exhalationen d. Lava I. 171. Hitze u. Erkaltung I. 166. Wassergehalt I. 167.
Lava als Gestein I. 656. klastische Formen I. 715.
Lavabänke II. 1149.
Lava-Eruptionen I. 154. Gipfelausflüsse I. 155. Seitenausflüsse I. 157.
Lavaformation II. 69. 1141.
Lavagänge II. 1050.
Lavaschichten II. 1049.
Lavaströme I. 366. Grösse ders. I. 174. Wirkungen I. 177.
Lavezstein I. 562.
Lawu, Vulc. auf Java I. 104.
Leda in d. perm. Form. II. 660. in England eocän II. 1053.
Leguminosen, fossile I. 855.
Lehm I. 724. II. 1154.
Leinrhnukur, Vulc. auf Island I. 113.
Leipzig, Sand von (Braunkohlenform.) II. 1084.
Leistennetze auf Schichten I. 511.
Leitfossilien II. 32. 35.
Leithakalk (tert.) II. 1059. 1061.
Leitmuscheln II. 35.
Lenticularstöcke I. 904.
Lepidodendron I. 848. in d. perm. Form. II. 647. 654. 656. in d. Steinkohlenform. II. 543. 558.
Lepidophloyos in d. Steinkohlenform. II. 559.
Lepidophyllum,
Lepidostrobus in d. Steinkohlenform. II. 558.
Lepidotus im Lias II. 816. in d. Wealdenform. II. 911.
Leptaena I. 875. in d. devon. Form. II. 342. in d. Silurform. II. 337. 348. 349. 350. 352. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Uebergangsform. II. 327.
Leptinite I. 568. im Urgneiss II. 86. s. Granulit.
Leptolepis im Lias II. 816.
Lette (Zechstein) II. 610.
Lettenkohle im Keuper II. 774.
Lettenkohlengruppe II. 775.

Lettenkohlensandstein (Keuper) II. 770.
Leucilit I. 655.
Leucit, Zersetzung dess. I. 763.
Leucitlava I. 655. 660.
Leucitophyr I. 643. 655.
Lherzolith I. 594.
Lias, mittlerer in England II. 812. Franken II. 810. Frankreich II. 811. Schweitz II. 811.
oberer in England, Frankreich, Schwaben II. 812. Würtemberg II. 806.
unterer in England II. 810. Frankreich II. 810. Schwaben II. 809. Würtemberg II. 804.
white II. 801.
Liasformation II. 53. 795. Fauna II. 814. Flora II. 813. Gesteine II. 796. Gliederung II. 803. Name II. 795.
in d. Alpen II. 890. in England II. 809. in Frankreich II. 809. in Schwaben II. 809. in Würtemberg II. 804.
Liaskalkstein II. 800. in d. Alpen, rother II. 890.
Lido I. 318.
Liegende, das I. 912.
Lignit I. 729. im weissen Jura II. 890.
Liimsteen (Kreide) II. 933. 937.
Lima, Erdbeben von, I. 193. 219. 223. 245.
Lima, fossil., im Buntsandstein II. 744. im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. 760. in d. Neocombildung II. 962. im Seinebassin, tert., II. 1047. in d. Senonbildung II. 972. in d. Trias II. 763. 765. in d. Turonbildung II. 972.
Limakalk (Muschelkalk) II. 749. 760.
Liman I. 318.
Limaria in d. devon. Form. II. 341. in d. Silurform. II. 335. 349.
Limestone carboniferous II. 464.
encrinal II. 467.
magnesian (Zechstein) II. 633. 637.
metalliferous II. 464.
mountain II. 464.
Limestone-shale II. 491.
Limnaeus in d. Wealdenform. II. 911. im Seinebassin, tert. II. 1050.
Limnische Bildungen I. 814.
Limnocalcit I. 672. in d. Steinkohlenformation II. 468.
Limnoquarzit I. 552. s. a. Mühlsteinquarz u. Süsswasserquarz.
Lingula I. 876. im Buntsandstein II. 743. 744. im Keuper II. 772. im Muschelkalk II. 756. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Silurform. II. 336. 348. 349. in d. Trias II. 763. 765. in d. Uebergangsform. II. 328.
Lintongruppe (Devon.) II. 377.
Lipari I. 92. 768. Gypsbildung auf I. 766. Trachyte II. 1105. 1117.
Lissabon, Erdbeben I. 202. 221. 227. 244. 256.
Listwänit I. 562.
Lithionglimmer I. 571.
Lithodendron im weissen Jura II. 886. in d. Steinkohlenform. II. 560. 565. in d. Uebergangsform. II. 327.
Lithostrotion in d. Steinkohlenform. II. 560. 565.
Litorina in d. devon. Form. II. 345. in d. Silurform. II. 338. 348. in d. Steinkohlenform. II. 570.
Litorinellenkalk d. Mainzer Beckens II. 1070.
Lits coquilliers d. Seineb. II. 1046.
Littoralzone I. 318. II. 42.
Lituites in d. Silurform. II. 339. 350. 352. in d. Uebergangsform. II. 328.
Llandeilo-Bildung (silur.) II. 347.
Loess I. 724. II. 1154.
Loire, Bassin der, Kreideform. II. 992. Tertiärf. II. 1043.
Loliginites im Lias II. 878.
Lomatophloyos in d. Steinkohlenform. II. 559.
Lombock, vulc. Insel I. 104.
London-clay (eocän) II. 1054. *Basement-bed of the* II. 1053.
Lophiodon, im Seinebass, tert. II. 1045.
Lophoctenium in d. Silurform. II. 363.
Lophyropoden, fossile I. 891.
Loxoklas II. 665.
Loxonema in d. devon. Form. II. 344. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 570. in d. Uebergangsform. II. 328.
Lucina in d. devon. Form. II. 344. in d. Nummulitenform. II. 1039. im Seinebassin, tert. II. 1045. 1047. 1048. in d. Senon- u. Turonbildung II. 972. in d. Uebergangsform. II. 327.
Lucullan I. 668.
Ludlowschiefer (silur.) obrer u. unterer II. 350.
Luftsattel I. 995.
Luftvulcane I. 295.
Lumachell (Lias) II. 800.
Lumachellkalkstein im braunen Jura II. 833. im weissen II. 864. 867.
Lunulicardium in d. devon. Form. II. 344. in d. Silurform. II. 338.
Lunulites I. 862. im Seinebassin, tert. II. 1046.

Luzon, Vulcane auf I. 103.
Lychnites I. 666.
Lycopodites I. 850. im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 558.
Lydit I. 549.

M.

Maare I. 186. 383. der Auvergne I. 186. der Eifel I. 188.
Macaluben (Salsen) I. 295.
Machimosaurus im weissen Jura II. 885.
Macigno (Flysch) II. 1035.
Mackian, vulc. Insel I. 103.
Macrocephalusschichten im braunen Jura II. 841.
Macrocheilus in d. Steinkohlenform. II. 570.
Macropoma in d. Senon- u. Turonbildung II. 975.
Macrorhynchus in d. Wealdenform. II. 911.
Macrospondylus im Lias II. 816.
Madeira I. 95.
Madrepora, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Madreporstein I. 668.
Magas in d. obern Kreide II. 971.
Magnesiaglimmer I. 571. II. 117.
Magnesit im Serpentin I. 585. II. 434.
Magneteisenerz im Basalt I. 652. als Berge bildend I. 686. im Chloritschiefer I. 561. 562. im Diabas I. 595. im Diorit I. 581. im Dioritporphyr I. 583. in Felsitporphyren I. 618. im Glimmerschiefer I. 559. II. 117. im Gneiss I. 567. II. 78. im Granit I. 573. im Grünstein II. 417. im körnigen Kalkstein I. 666. in plusiat. Geröll. II. 1161. in Porphyriten II. 669. im Serpentin I. 585. II. 433. im Syenit I. 577. im Trachyt I. 633. in d. Wacke I. 654.
Magneteisenerz, titanhaltiges I. 602.
Magneteisenerzlager in d. Uebergangsform. II. 315. im Urgneiss II. 76. 99. im Urschiefer II. 152.
Magneteisensand I. 721.
Magnetkies I. 589. 595.
Mainfault II. 525.
Mainz, Bassin von (miocän) II. 1067. Gliederung II. 1068.
Maipu, Chilen. Vulc., Feuerschein auf ihm I. 131.
Makuschin, Vulc. auf Unalaschka I. 112.
Malpays, (Obsidianstrom auf Teneriffa II. 1117.
Malvernhills (silur.) II. 351.
Mammillaria im braunen Jura II. 850.
Mandeln I. 458.
Mandelstein in Basaltform. II. 1121. im Grünstein II. 415.
Mandelsteinstructur I. 482.
Manganerze d. Uebergangsform. II. 317.
Manon I. 860. in d. obern Kreide II. 967.
Marcellusschiefer (devon.) II. 393.
Marginella, im Seinebassin, tert. II. 1048.
Marginulina in d. obern Kreide II. 968.
Marienbad, Gasquellen I. 300.
Marine Bildungen I. 814.
Marl II. 634. s. Mergel.
Marlstone (Lias) II. 809.
Marmor I. 665. 666.
Marne I. 678.
Marnes irisées (Keuper) II. 767.
vertes (eocän) II. 1050.
vesouliennes (brauner Jura) II. 845.
Marquesasinseln, Vulcane I. 115.
Marsileaceen, fossile I. 845.
Marsupites in d. obern Kreide II. 969.
Masaya, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Massengebirge I. 338.
Massivstructur der Gesteine I. 464.
Mastodonsaurus im Keuper II. 778. im Muschelkalk II. 763. 767.
Mathew, Vulc. d. neuen Hebrid. I. 112.
Mauna-Hararai (Vulc. Hawai) I. 115.
Mauna-Roa I. 114. Grösse des Kraters I. 86.
Mauritius, Ins. I. 96.
Maypu, chilen. Vulc. I. 107.
Medinasandstein (silur.) II. 372.
Medullosa in d. perm. Form. II. 656.
Meeresbeben I. 197. 243.
Meeresgrund I. 314. Reliefformen dess. I. 390. an den Küsten I. 392.
Meeressand (tert.) Gruppe des mittleren (eocän) II. 1048.
oberen II. 1051.
(unteren II. 1045.)
im Mainzer Becken (miocän) II. 1068.
Meerestiefen I. 390.
Megalichthys in d. Steinkohlenform. II. 562.
Megalodon in d. devon. Form. II. 344. in d. Uebergangsform. II. 327.
Megalodus in d. alpin. Trias II. 791.
Mehlbatzen (Muschelkalk) II. 747.
Melania im Buntsandstein II. 744. im braunen Jura II. 858. im weissen Jura II. 889. im Muschelkalk II. 756. 760. in d. Nummulitenform. II. 1040. im Seinebassin, tert. II. 1045. 1047. in d. Trias II. 763. 766. in d. Wealdenform. II. 910.
Melanit I. 646.

Melanopsis im Seinebassin, tert. II. 1045. 1046.
Melaphyr, Familie des I. 599. II. 712. Metamorphism. durch dens. I. 779. Pyrogene Natur dess. I. 737.
Melaphyrformation II. 69. 711. Bergformen II. 719. Eruptionsepochen II. 725. Gesteine, klastische II. 718. Lagerungsweise II. 719.
Melaphyrmandelstein I. 606.
Melaphyrporphyr I. 606.
Meleda, Detonationsphänomene auf, I. 205.
Mellit in d. Braunkohle II. 1079.
Melocrinus in d. devon. Form. II. 342. in d. Steinkohlenform. II. 566. in d. Uebergangsform. II. 327.
Melonia I. 861.
Menilit I. 552.
Menilitformation d. Karpathen II. 1042. in Mähren u. Galizien II. 1041.
Merapi, Vulc. auf Java I. 104.
Mercurlagerstätten d. Uebergangsform. II. 317.
Mergel I. 663. 678. im Buntsandstein II. 734. im braunen Jura II. 831. im weissen Jura II. 862. im Keuper II. 771. im Muschelkalk II. 750. im *Old red* II. 374. in d. perm. Form. II. 646. im Rothliegenden II. 634. im Seinebassin II. 1048. 1050. in d. Steinkohlenform. II. 461. in d. Wealdenform. II. 904.
Mergelkalkstein I. 676. im Jura II. 873.
Mergelschiefer, Metamorphose ders. II. 183. im braunen Jura II. 831. im weissen Jura II. 862. im Muschelkalk II. 750. in d. perm. Form. II. 646. im Rothliegenden II. 609. in d. Steinkohlenform. II. 461. in d. Uebergangsform. II. 305.
Mergelschiefer, bituminöser I. 679. im braunen Jura II. 831. im weissen Jura II. 862. im Lias II. 799. im engl. Zechstein II. 638. mulmiger im Zechstein II. 610.
Mesopotamien, Gasquellen I. 304.
Mesotyp I. 633.
Messina, Erdbeben I. 218. 233.
Metallisirung I. 811.
Metalloxyde als Gesteinsbestandtheile I. 421.
Metamorphosen der Gesteine I. 750. everse u. inverse I. 755. hydatokaustische, hydatothermische, pyrokaustische I. 783. hydrochemische I. 795.
Metamorphismus ders. I. 751. II. 184.
Metamorphismus, anogener u. katogener I. 755. durch Feuer I. 771. Ursachen dess. I. 755.
Meteorsteine I. 646.
Methone, Vulcan. I. 93.
Meulière im Seinebassin II. 1051.
Mexico, Vulcanreihe von, I. 110.
Miarolit I. 572.
Miascit I. 578. im Granit II. 269.
Micaschiste I. 554.
Michelina in d. Steinkohlenform. II. 565.
Micopsammit I. 698. in d. Uebergangsform. II. 289.
Micraster im Galt II. 963.
Microlestes im Trias II. 764.
Miliolitenkalkstein (eocän) II. 1047.
Millepora in d. Silurform. II. 335.
Millstone-grit (Steinkohlenform.) II. 492.
Mimesit I. 644.
Minchinmadom, Chilen. Vulc. I. 106.
Mindanao, Vulc. auf, I. 103.
Mineralgänge, -lager I. 917.
Minette I. 613. II. 668.
Miocänformation II. 54. 1030. im Mainzer Becken II. 1067. im Wiener Becken II. 1058.
Miraballes, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Mississippithal, Erdbeben I. 224. 237. 241. 256.
Mittelgebirge I. 344.
Mitra, im Seinebassin, tert. II. 1048.
Mi yi-yama, Vulc. auf Kiusiu I. 102.
Modena, Salsen in, I. 297.
Modiola im braunen Jura II. 857. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. in d. Trias II. 766. in d. Wealdenform. II. 910.
Mofetten (Kohlensäurequellen) I. 121.
Mokkasteine II. 717.
Molasse II. 1086.
Molassebildung der Schweiz II. 1067.
Molasseformation II. 1085. Gesteine II. 1086. Gliederung und Lagerung II. 1088.
Mollusken, fossile I. 871. Einfluss ihres Wanderns auf d. Verbreitung II. 44. im braunen Jura II. 852. im weissen Jura II. 884. im Lias II. 814. in d. perm. Form. II. 657. in d. Steinkohlenform. II. 560. in d. Trias II. 763. in d. Uebergangsform. II. 327.
Molukken, Vulcane I. 103.
Molybdaenglanz im Gneiss II. 78. im Granit I. 573.
Monoprion in d. Uebergangsform. II. 326.
Monotis im weissen Jura II. 888. im Lias II. 800. in d. perm. Form. II. 660. in d. alpin. Trias II. 792. 794.

Monotiskalk (Lias) II. 800.
Monotombo, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Monte Minardo (am Aetna) I. 149.
Monte nuovo I. 945.
Monte somma I. 179.
Monti Rossi (am Aetna) I. 149.
Montlivaltia im Schlesischen Muschelkalk II. 787. in d. Trias II. 762. alpin. II. 793.
Moorkohle (Braunkohle) II. 1078.
Moosachate I. 834. II. 717.
Mooskorallen I. 860.
Moräne I. 366.
Morpholithen I. 454.
Morphologie d. Gesteine I. 416. 492.
Motir, vulc. Insel I. 103.
Moto vorticoso (Erdbeben) I. 200.
Moya I. 192.
Mühlsteinporphyr I. 622. 630.
Mühlsteinquarz, eocän, Seinebassin II. 1051.
Muensteria in d. Nummulitenbildung II. 1040.
Mulatto (Kreide) II. 917.
Mulden I. 921.
Muldenbucht I. 923.
Muldenlinie I. 925.
Muldenzone I. 922.
Mumisirung I. 818.
Murchisonia in d. devon. Form. II. 345. in d. perm. Form. II. 661. in d. Silurform. II. 338. 352. in d. Steinkohlenform. II. 569. in d. Uebergangsform. II. 328.
Murex, im Seinebassin, tert. II. 1048.
Muschelkalk, typischer II. 747.
Muschelkalkformation II. 52. 726. 745. Etagen ders. II. 755. obere II. 759. untere II. 755. Gesteine II. 745. accessorische II. 754. Gliederung II. 755. Lagerung II. 760. Zwischenbildung II. 757.
in d. Alpen II. 789. in Oberschlesien II. 784.
Muschelsand, Antwerpner II. 1058. in d. Molasse II. 1087.
Myacites im Buntsandstein II. 744. in d. Trias II. 763. alpin. II. 790. 791. 793.
Myophoria im Buntsandstein II. 744. im Keuper II. 772. 777. im Muschelkalk II. 756. 760. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790.
Myrianites I. 890. in d. Silurform. II. 340. in d. Uebergangsform. II. 328.
Myriapoden, fossile I. 893.
Mystriosaurus im Lias II. 816.
Mytilus im Buntsandstein II. 744. im Muschelkalk II. 756. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Trias II. 763. 765. in d. Turonbildung II. 792. in d. Wealdenform. II. 910.

N.

Nadelporphyr I. 606.
Nagelfluh II. 1086.
Nagelkalk I. 134. II. 801.
Napfstein (Buntsandstein) II. 735.
Napoleonsporphyr I. 475.
Nappes I. 904. 941.
Narborough, Vulc. auf, I. 108.
Narcondam, vulc. Insel I. 105.
Nassau, Eisenerze im Grünstein II. 415. Grünstein II. 421. Uebergangsform. II. 309. (devon.) II. 321. 330. 387.
Natica im Buntsandstein II. 744. in d. devon. Form. II. 344. im weissen Jura II. 888. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 661. im Seinebassin, tert. II. 1048. 1051. in d. Senonbildung II. 973. in d. Trias II. 766. in d. Turonbildung II. 973. in d. Uebergangsform. II. 328.
Naticella in d. alpin. Trias II. 790. 793.
Natrolith I. 640. 652.
Nautileen I. 885.
Nautilus I. 886. im braunen Jura II. 858. im Lias II. 805. im Muschelkalk II. 760. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 657. 661. in d. Senonbildung II. 974. in d. Steinkohlenform. II. 561. 570. in d. Trias II. 763. 766. in d. Uebergangsform. II. 328.
Nehrung I. 318.
Neigungsverhältnisse des Terrains I. 335.
Nekrolith I. 637.
Nematit im Serpentin II. 433.
Nemertites I. 890.
Nenfro I. 637.
Neocombildung II. 53. 914. 949. Fossilien II. 960.
d. östlichen Alpen II. 1022. schweizer Alpen II. 1019. in England II. 976. in Frankreich: Bassin d. Seine II. 985. Provence II. 996. in Teutschland: Subhercynisches Territor. II. 1005. Teutoburger Wald II. 1000.
Nephelin I. 633. 646. 654. II. 669.
Nephelinbasalt I. 650.
Nephelindolerit I. 653. 654.
Nereites I. 890. in d. Silurform. II. 340. in d. Uebergangsform. II. 329.
Nerinea im weissen Jura II. 889. in d. obern Kreide II. 973.

Nerita in d. devon. Form. II. 344. im weissen Jura II. 888. in d. Silurform. II. 338. 350. in d. Steinkohlenform. II. 569. in d. Wealdenform. II. 911.
Neritina in d. Nummulitenbildung II. 1040. im Seinebassin, tert. II. 1045. 1046.
Nester I. 460.
Neu-Guinea, Vulcane auf, I. 113.
Neuholland, Gliederung d. Continents I. 324.
Neuropteriden, fossile I. 839.
Neuropteris I. 839. im braunen Jura II. 849. in d. perm. Form. II. 647. 654. 655. im Rothliegenden II. 593. in d. Steinkohlenform. II. 555. in d. Wealdenform. II. 909.
Neu-York, devon. Form. II. 392. Gasquellen im Staate I. 303.
Newent-Sandstein (Trias) II. 784.
New red sandstone (Buntsandstein) II. 728. *lower* (Rothliegendes) II. 584. 633.
Niagaragruppe (Silurform.) II. 372.
Niederlande, Erdbeben in, I. 210.
Nierenkalkstein (devon.) II. 384.
Nilssonia I. 851. im braunen Jura II. 850.
Ninety-fathom-dyke II. 525.
Nipon, Vulcane auf, I. 101.
Noberge (Zechstein) II. 610.
Nodosaria I. 861. in d. obern Kreide II. 968. in England tert. II. 1053.
Noeggerathia I. 840. in d. perm. Form. II. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 556.
Nokisima (vulc. Insel Ostas.) I. 102.
Nordamerika, devon. Form. II. 392. Erdbeben I. 199. 207. 218. 224. 225. 237. 239. 241. 243. 256. 283. Juraform. II. 835. 896. Kohlenkalkstein II. 489. Neocombildung II. 952. perm. Form. II. 651. Silurform. II. 370. Steinkohlenform. II. 497. 573. 577. Uebergangsform. II. 321. Urschieferform. II. 131.
Norit I. 582. im Urgneiss II. 89.
Norwegen, neuere Gneissbildungen II. 173. Gneissform. II. 109. 112. Granit II. 227. 245. Granitgneiss II. 181. Granulit II. 203. Porphyrform. II. 671. Silurform. II. 320. 368. Urschieferform. II. 155. 158.
Nothosaurus im Trias II. 763. 767.
Nucleolites im braunen Jura II. 855. im weissen Jura II. 887. in d. obern Kreide II. 969.
Nucula in d. devon. Form. II. 344. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 857. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. in d. perm. Form. II. 660. im Seinebassin, tert. II. 1045. in d. Senonbildung II. 972. tertiär in England II. 1053. in d. Trias II. 765. alpin. II. 793. in d. Turonbildung II. 972. in d. Uebergangsform. II. 327.
Nulliporenkalk im Wiener Becken II. 1061.
Nummulitenformation II. 1033. Fauna II. 1037.
Nummulitenkalkstein II. 1034.
Nummulitensandstein II. 1034.
Nummulites in d. Nummulitenform. II. 1038. im Seinebassin, tert. II. 1046. 1047.

O.

Oaktreeclay (Wealdenform.) II. 897.
Obersilurformation II. 347. Böhmen II. 358.
Obolus I. 877. in d. Silurform. II. 336. in d. Uebergangsform. II. 328.
Obruiwa I. 375.
Obsidian I. 622. 624. 627. Structur dess. I. 488. in d. Trachytform. II. 1114.
Obsidianbimsstein I. 629.
Obsidianlava I. 660.
Obsidianporphyr I. 628.
Ocean, stiller, Senkung des Grundes I. 280.
Octopoden, fossile I. 884.
Oculina in d. obern Kreide II. 967.
Odontopteris im braunen Jura II. 849. in d. perm. Form. II. 647. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 555.
Oeräfa-Jökul, Vulc. auf Island I. 113. Eruption I. 191.
Oghao, vulc. Insel I. 115.
Ogygia in d. Silurform. II. 339. 348.
Ohiwana, Vulc. auf, (Marquesas) I. 115.
Oisans (franz. Alpen), Ringgebirge I. 380.
Old red sandstone (devon.) II. 332. 372. in N.-Amerika II. 393.
Oligoklas im Basalt I. 652. im Diabas I. 593. im Diorit d. Grünsteinform. II. 401. im Felsitporphyr I. 609. 611. im Granit I. 571. im Porphyrit II. 665. im Syenit II. 263.
Oligoklasporphyr I. 596.
Oliva, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Olivin I. 590. 633. 646. 651. 655. Zersetzung I. 764.
Omate, Vulc. von, Bolivia I. 107.
Ometepe, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Omphazitfels I. 591.

Onchus in d. devon. Form. II. 375. in d. Silurform. II. 340.
Onondagagruppe (devon.) II. 372.
Onondagakalkstein (devon.) II. 392.
Oolite (Jura) *coralline* II. 880.
great II. 822. 840.
inferior II. 822. 823.
lower II. 822. 823.
middle II. 822. 825.
upper II. 822. 826.
Oolithe ferrugineux II. 844.
inférieure II. 844.
Oolithengebirge (Jura) II. 795.
Oolithformation II. 820.
Oolitic System II. 820.
Oosima (Kurilen) I. 101.
Opal I. 552. 652. in d. Braunkohle II. 1080.
Opalinusthon (Jura) II. 838.
Opalschiefer in d. Braunkohle II. 1080.
Operculina in d. Nummulitenform. II. 1038.
Ophicalce I. 667.
Ophicalcit I. 675.
Ophiolite I. 584.
Ophiolithformation II. 68. 431.
Ophit I. 581.
Ophiuren, fossile I. 867.
Orbicula I. 876. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Silurform. II. 336. 348. 351. in d. Trias II. 765.
Orbitulina im Galt II. 963.
Orbitulites I. 862. in d. obern Kreide II. 968. in d. Nummulitenform. II. 1038. im Seinebassin, tert. II. 1047.
Orgeln I. 387. in d. Kreide II. 935.
Oriskanysandstein (devon.) II. 392.
Ornatenthon (Jura) II. 841. 847.
Ornithichniten in d. perm. Form. II. 658.
Orosi, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Orthis in d. devon. Form. II. 342. 380. in d. perm. Form. II. 657. 660. in d. Silurform. II. 337. 348. 352. in d. Steinkohlenform. II. 561. 568. in d. Uebergangsform. II. 328.
Orthit I. 573.
Orthoceras I. 885. in d. devon. Form. II. 345. im Lias II. 815. in d. Silurform. II. 339. 349. 350. in d. Steinkohlenform. II. 561. 570. in d. alpin. Trias II. 792. 794. in d. Uebergangsform. II. 328.
Orthocerina, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Orthoconchen I. 819.
Orthoklas I. 570. 576. 609. 611.
Orthonota in d. Silurform. II. 338. 351. in d. Uebergangsform. II. 327.
Orthothrix in d. perm. Form. II. 657. 659.
Oscillation tournante (Erdbeben) II. 200.
Osmiridium in plusiat. Geröll. II. 1161.
Osorno, Vulc. in Araucanien I. 106.
Osterinsel, Vulcane I. 115.
Ostrea im Galt II. 964. im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 817. in d. Neocombildung II. 961. in d. Nummulitenbildung II. 1039. im Seinebassin, tert. II. 1045. 1047. 1049. 1051. in d. Senonbildung II. 971. in d. Trias II. 763. 765. in d. Turonbildung II. 971.
Ostrowa-Goreloi, vulc. Ins. d. Aleuten I. 112.
Otodus in d. obern Kreide II. 975.
Ottrelitschiefer I. 560.
Ovulites, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Oxford-clay (Jura) II. 822. 825. 847. in d. Alpen II. 892.
Oxyrhina in d. obern Kreide II. 975.

P.

Pacaya, de, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Pachycormus im Lias II. 816.
Pachypteris im braunen Jura II. 850.
Pachyrisma in d. alpin. Trias II. 791.
Palaeobates in d. Trias II. 763.
Palaeobromelia in d. Wealdenform. II. 910.
Palaeomeryx im Mainzer Becken II. 1071.
Palaeoniscus in d. perm. Form. II. 647. 658. 661. im Rothliegenden II. 593. in d. Steinkohlenform. II. 562. im Zechstein II. 607. 612.
Palaeontologie I. 812.
Palaeosaurus in d. perm. Form. II. 658.
Palaeospathe in d. Steinkohlenform. II. 559.
Palaeotherium im Seinebassin, tert. II. 1050. tertiär in England II. 1056.
Palaeoxyris im Buntsandstein II. 743.
Palagonittuff I. 714. II. 1139. in Sicilien tertiär II. 1095.
Palermo, Erdbeben I. 212.
Palladium im plusiat. Geröll II. 1161.
Palma, azor. Ins. I. 95.
Palmen, fossile I. 852. in d. Steinkohlenform. II. 560.
Palmipora, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Paloplotherium, im Seinebassin, tert. II. 1050. tert. England II. 1056.
Paludina, im Seinebassin, tert. II. 1048. 1050. tertiär in England II. 1056. in d. Wealdenform. II. 911.
Pamphractus in d. devon. Form. II. 376.
Panopaea im Galt II. 964. in d. perm. Form. II. 661. in d. Senon- u. Turonbildung II. 973.

Pantellaria I. 92. Fumarolen auf I. 120.
Papandayang, Vulc. auf Java I. 104. Einsturz dess. I. 185.
Papierkohle in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1078. in Sicilien II. 1095.
Paradoxides I. 892. in d. Silurform. II. 340. 356.
Paragonit im Urschiefer II. 117. 122.
Parallelmassen der Gebirge I. 904.
Parallel-roads I. 360.
Parallelstructur der Gesteine I. 464.
discordante I. 486. 516.
lineare I. 468.
plane I. 464. 515.
Parallelstructur d. Schichten I. 515.
Paramoudra (Flint in Irland) II. 940.
Partschia in d. Steinkohlenform. II. 557.
Pasaman, Vulc. auf Sumatra I. 105.
Pasemla, Vulc. Armen. I. 98.
Passhöhe eines Gebirges I. 343.
Pasto, Vulc. von, Quito I. 108.
Patuha, Vulc. auf Java I. 104.
Pechkohle I. 729. in d. nordteutschen Braunkohlenform. II. 1078. im Keuper II. 774. im Liaskalk II. 801. in d. Molasseform. II. 1086.
Pechstein im Porphyr II. 622. 701. Structur dess. I. 488.
Pechsteinfelsit II. 702. in Sachsen II. 707.
Pechsteinporphyr I. 620.
Pecopteriden I. 842. in d. Steinkohlenform. II. 556.
Pecopteris I. 843. im braunen Jura II. 849. im Keuper II. 781. in d. perm. Form. II. 647. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 557. in d. alpin. Trias II. 792.
Pecten im Buntsandstein II. 744. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 817. im Muschelkalk II. 756. 760. in d. Neocombildung II. 961. in d. perm. Form. II. 660. im Seinebassin, tert. II. 1047. in d. Senonbildung II. 971. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790. in d. Turonbildung II. 971. in d. Uebergangsform. II. 327.
Pectunculus in d. obern Kreide II. 972. im Seinebassin, tert. II. 1045.
Pegmatit I. 574. im Granit II. 205. 213. Kaolinisirung II. 234.
Pelagosaurus im Lias II. 816.
Pelecypoden in d. Steinkohlenform. II. 563. in d. Uebergangsform. II. 329.
Pelite I. 487.
Pelitstructur I. 484.
Pemphix im Buntsandstein II. 744. im Muschelkalk II. 760. in d. Trias II. 763. 766.
Peneroplis, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Pentacrinus I. 869. im braunen Jura II. 855. im weissen Jura II. 886. im Lias II. 817. in d. Nummulitenformation II. 1039. in d. Senonbildung II. 969. in d. alpin. Trias II. 793. in d. Turonbildung II. 969.
Pentamerus I. 873. in d. devon. Form. II. 343. in d. Silurform. II. 337. 348. 350. in d. Uebergangsform. II. 327.
Pentatrematites in d. Steinkohlenform. II. 560. 566.
Peperin I. 713.
Peressip I. 318.
Perim (vulc. Ins.) I. 96.
Perioden der Entwickelungsgeschichte der Erdkruste II. 19.
Perlit I. 622. 623. 625. Structur dess. I. 488. in d. Trachytform. II. 1114.
Perlitbimsstein I. 627. II. 1116.
Perlitporphyr I. 626.
Perlstein,
Perlsteinporphyr I. 625.
Permische Formation II. 51. 580. Fauna II. 656. Flora II. 653.
in England II. 633. in Frankreich II. 651. in Nordamerika II. 651. in Russland II. 644. Gliederung II. 647. Lagerung II. 650. Zusammensetzung II. 646. in Teutschland II. 583. s. Rothliegendes u. Zechstein.
Perna im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. in d. Neocombildung II. 962. in d. Senonbildung II. 972. in d. Trias II. 765. in d. Turonbildung II. 972.
Peschan, Vulc. China I. 87.
Peteroa, Vulc. S.-Amer. I. 107.
Petraia in d. devon. Form. II. 340. 377. in d. perm. Form. II. 659. in d. Silurform. II. 336.
Petrefactenkunde I. 816.
Petrificirung I. 818. 822. dabei thätige Mineralien I. 826.
Petrogenie I. 416.
Petrographie I. 413. Eintheilung ders. I. 416.
Petrosilex II. 86.
Peuce im braunen Jura II. 850.
Pflanzen, fossile I. 831. s. a. Farnkräuter, Fucoiden etc.
in d. Steinkohlenform. II. 540. Zustand ders. II. 544. in d. Uebergangsform. II. 325.
Pflanzenstämme I. 831. andre Pflanzentheile I. 832.

Phacops in d. devon. Form. II. 346. 380. in d. Silurform. II. 339. 348. 349. 350. 352.
Phascolotherium im braunen Jura II. 854.
Phasianella in d. devon. Form. II. 345.
Phillippinen, Vulcane auf den, I. 103.
Phillippsia in d. Steinkohlenform. II. 561. 571.
Phlegraeische Felder I. 93.
Pholadomya im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. Senon- u. Turonbildung II. 973. tertiär in England II. 1053.
Pholadomyenmergel (brauner Jura) II. 843.
Pholidophorus im Lias II. 816.
Pholidosaurus in d. Wealdenform. II. 911.
Phonolith I. 622. 624. 637. 762. in d. Trachytform. II. 69. 1106.
Phonolithconglomerat I. 710.
Phonolithgänge II. 1109.
Phonolithlava I. 659.
Phorus in d. Nummulitenbildung II. 1040.
Phosphorit in d. Braunkohle II. 1081. im Schieferthon II. 461.
Phragmoceras in d. Silurform. II. 339. 350. in d. Uebergangsform. II. 328.
Phthanit I. 549.
Phthanitbreccie I. 692.
Phthanitconglomerat I. 692.
Phycodes (Silur.) II. 363.
Phyllade I. 553. 556.
Phyllit I. 553.
Phyllocaenia in d. Nummulitenbildung II. 1038.
Physa, im Seinebassin, tert. II. 1045.
Phytosaurus im Keuper II. 781. in d. Trias II. 763. 767.
Piano del Lago (Aetna) I. 92.
Pic Tilesius (Vulc. auf Nipon) I. 101.
Pichincha (Vulc. Quito) I. 108. Grösse d. Kraters I. 86.
Pico-Alto (Vulc. d. Azor.) I. 95.
Pico de Teyde I. 95. Höhe I. 83. 95. Grösse d. Kraters I. 86. Obsidianströme I. 155.
Piemont, Erdbeben I. 205. 211. 217. 219.
Pierre des Sarrasins (Uebergangsform.) II. 295.
Pikrolith I. 585.
Pileopsis in d. devon. Form. II. 344. in d. Nummulitform. II. 1040.
Piltongruppe (devon.) II. 378.
Pimelodes cyclopum I. 193.
Pinetes in d. Steinkohlenform. II. 559.
Pinguit I. 618. 830.
Pinit I. 573. 618.
Pinites im braunen Jura II. 850. in d. Wealdenform. II. 910.
Pinna im braunen Jura II. 856. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 817. in d. Senon- u. Turonbildung II. 972.
Pinnularia in d. Steinkohlenform. II. 559.
Piperno I. 659.
Pisidium in d. Wealdenform. II. 910.
Pisolith I. 670.
Pisolithen I. 710.
Pisolithenkalkstein (Kreide) II. 929. 930. 991.
Pissadendron in d. Steinkohlenform. II. 559.
Pistazit im Diorit I. 587. im Felsitporphyr I. 618. im Glimmerschiefer II. 117. im Gneiss I. 567. II. 78. im Granit I. 573. im Melaphyr I. 607. im Syenit I. 577.
Pitys I. 853.
Placodus in d. Trias II. 763.
Pläner (Kreide) II. 928. in Sachsen II. 1012. 1015. in Westphalen II. 1003.
Plänerformation II. 951.
Plänerkalk II. 928. in Sachsen II. 1016.
Plänermergel II. 928. in Sachsen II. 1015.
Planorbis in d. Wealdenform. II. 911.
Plateau I. 366.
Plateaugebirge I. 349.
Plateauländer I. 334.
Plateur (Steinkohlengeb.) II. 505.
Platin im plusiat. Geröll II. 1161. im Serpentin I. 585. II. 434.
Plattenerze od. Plättelerze (Buntsandstein) II. 732.
Plattenkalkstein (weiss. Jura) II. 865. 875.
Plattung der Gesteine I. 465.
Platycrinus in d. devon. Form. II. 342. in d. Steinkohlenform. II. 560. 566. in d. Uebergangsform. II. 327.
Platysomus in d. perm. Form. II. 658. 661. im Zechstein II. 612.
Pleonast I. 666.
Plesiosaurus im weissen Jura II. 885.
Pleta (Silurkalk) II. 364.
Pleuracanthus in d. devon. Form. II. 346.
Pleuroconchen I. 878.
Pleurodictyum in d. devon. Form. II. 341. 380. 386. in d. Uebergangsform. II. 326.
Pleuromya im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818.
Pleurophorus in d. perm. Form. II. 660.
Pleurotoma in d. Nummulitenform. II. 1040.

Pleurotomaria in d. devon. Form. II. 344. 377. im Galt II. 965. im braunen Jura II. 857. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 805. 818. in d. Neocombildung II. 962. in d. perm. Form. II. 661. in d. Senonbildung II. 973. in d. Silurform. II. 352. in d. Steinkohlenform. II. 561. 569. in d. Trias d. Alpen II. 793. in d. Turonbildung II. 973. in d. Uebergangsform. II. 328.
Plicatula im Galt II. 964. in d. Neocombildung II. 962.
Pliocänformation II. 54. 1030.
Plusiatische Geschütte II. 1154. 1161.
Podocaria im braunen Jura II. 850.
Podolien, Flintschichten II. 941.
Polen, Juraform. II. 894. Sandwüsten II. 1173. Trias II. 784.
Policandro,
Polina, vulc. Inseln I. 93.
Polirschiefer I. 727. in d. Braunkohle II. 1080.
Polypen, fossile I. 858. Steinkorallen I. 865.
in d. devon. Form. II. 340. im Galt II. 963. im braunen Jura II. 850. im weissen Jura II. 883. 886. in d. Kreideform. II. 956. in d. Neocombildung II. 960. in d. Nummulitform. II. 1038. in d. perm. Form. II. 657. 659. in d. Senonbildung II. 967. in d. Silurform. II. 335. in d. Steinkohlenform. II. 560. in d. Trias II. 762. in d. Turonbildung II. 967. in d. Uebergangsform. II. 326. im Wiener Becken II. 1064.
Polyphyllia in d. Neocombildung II. 960.
Polypodites im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 557. in d. Wealdenform. II. 910.
Polythalamien, fossile I. 861.
Polytrema in d. Neocombildung II. 960.
Ponahohoa, Vulc. auf Hawai I. 115.
Pontefract-rock (perm.) II. 634.
Ponza-Inseln, Trachyt II. 1105.
Popocatepetl (Vulc. Mexico) I. 111. Grösse d. Kraters I. 86. Lage I. 86.
Porcellanit I. 722. II. 1078.
Porcellanjaspis I. 722.
Porcellanthon I. 723.
Porites in d. devon. Form. II. 341. in d. Silurform. II. 336. 349.
Poros, vulc. Insel I. 93.
Porphyr, eigentlicher oder schlechthin II. 662. 672. Einsprenglinge II. 678. petrographisches II. 672. Structur II. 675. Uebergänge II. 681. Verschiedenheit d. Form. II. 704. Wirkung auf Nebengesteine II. 693. Zersetzung II. 680.
in d. Steinkohlenform. II. 484. in d. Uebergangsform. II. 311.
quarzfreier I. 612. II. 662. 663. s. Porphyrit.
quarzführender s. eigentlicher II. 672.
rother I. 615.
schwarzer I. 600.
Porphyrbreccie I. 706. II. 663. 684. im Rothliegenden II. 591.
Porphyrconglomerat I. 707. II. 663.
Porphyrdecken II. 689.
Porphyre brun II. 804.
Porphyre meulière I. 630.
Porphyrfamilie, klastische Gesteine der I. 706. II. 663. 683. Contactwirkung I. 793. Metamorphosen I. 777.
Porphyrformation II. 68. 662.
Porphyrgänge II. 685.
Porphyrit I. 599. = quarzfreier Porphyr II. 663. Einsprenglinge II. 668. Eruptionsepochen II. 670. Lagerung II. 669. petrographisches II. 663. Zersetzung des Gesteins II. 667.
Porphyrkuppen II. 692.
Porphyrlager II. 689.
Porphyrplateau II. 689.
Porphyrpsammit I. 707. II. 663.
Porphyrschiefer I. 637.
Porphyrtuff I. 707. II. 663.
Poromuschir, Vulc. d. Kurilen I. 100.
Portage-gruppe (devon.) II. 393.
Portlandsand (Jura) II. 823. 826.
Portlandstone II. 823. 826. 860. 883.
Portugal, braune Juraform. II. 836.
Portunus, im Seinebassin, tert. II. 1049.
Posidonienschiefer (Lias) II. 799.
Posidonomya im Buntsandstein II. 744. in d. devon. Form. II. 343. im Keuper II. 772. 777. 781. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. in d. Steinkohlenform. II. 561. 567. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790. 793. in England II. 784. in d. Uebergangsform. II. 327.
Posidonomyenschiefer (Steinkohlenform.) II. 388.
Poteriocrinus in d. Steinkohlenform. II. 560. 566.
Potsdam-Sandstein (Silur. in N.-Amer.) II. 371.
Poudingues coquilliers (Seinebassin) II. 1045.
Prehnit I. 652.
Productus I. 875. in d. devon. Form. II. 342. in d. perm. Form. II. 657. 659. in Russland II. 647. in d. Steinkoh-

lenform. II. 560. 567. in d. alpin. Trias II. 793. in d. Uebergangsform. II. 328. im Zechstein II. 613. 632.
Proëtus in d. devon. Form. II. 346.
Progomnoi, Vulc. d. Aleuten I. 112.
Pronoë im Lias II. 818.
Proteolit I. 560.
Proterosaurus in d. devon. Form. II. 658.
Protogin I. 566. (Granit.) II. 205. 214. Kaolinisirung II. 234.
Protogingneiss II. 214.
Protoginschiefer II. 214.
Protopteris I. 843. in d. Steinkohlenform. II. 557.
Psammite I. 485.
polygene I. 718.
Psammitstructur I. 484.
Psammodus im Trias II. 763.
Psaronius I. 844. in d. perm. Form. II. 656. in d. Steinkohlenform. II. 557.
Psephite I. 484.
Psephitstructur I. 484.
Pseudoporphyr I. 599.
Pterichthys in d. devon. Form. II. 346. 376.
Pterinea in d. devon. Form. II. 343. 377. im Muschelkalk II. 756. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Uebergangsform. II. 327.
Pteroceras im weissen Jura II. 889. in d. Neocombildung II. 962.
Pterodactylus im weissen Jura II. 885. im Lias II. 816.
Pterophyllum I. 851. im braunen Jura II. 849. im Keuper II. 781. in d. Wealdenform. II. 910.
Pteropoden, fossile I. 882. in d. Silurform. II. 338. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. alpin. Trias II. 792. in d. Uebergangsform. II. 328.
Ptychoceras in d. Neocombildung II. 962.
Ptychodus in d. obern Kreide II. 975.
Ptycholepis im Lias II. 816.
Ptychopteris in d. Steinkohlenform. II. 557.
Puddingsteine I. 485. 693.
Pugnaceenmergel (Jura) II. 843.
Pugiunculus in d. Silurform. II. 357. 359.
Puits naturels I. 387.
Pullastra im braunen Jura II. 857.
Pulvermaar in d. Eifel I. 186. 383.
Puracé, Vulc. Quito I. 108. Wasserfluthen I. 192.
Purbeckkalk (Wealdenform.) II. 900.
Purbeckschichten (Weald.) II. 897. 902.
Pycnodus in d. Wealdenform. II. 911.
Pygopterus im Zechstein II. 612.
Pygorhynchus in d. Nummulitenbildung II. 1039. im Seinebassin, tert. II. 1046.
Pyknotrop im Serpentin I. 585. II. 434.
Pyrenäen, Erdbeben I. 230. 242. Granite II. 229. 235. Granitgänge II. 249. Urschieferform. II. 145.
Pyrina in d. Neocombildung II. 960.
Pyrit I. 419. 562. 567. 674. II. 291.
Pyromerid I. 475.
Pyrop I. 584.
Pyrorthit I. 573.
Pyroxen im Diabas I. 592. im Kalkstein I. 666. im Trachyt I. 633. Zersetzung dess. I. 763.

Q.

Quader, oberer, in Sachsen II. 1017. im subhercyn. Territ. II. 1009.
unterer, in Sachsen II. 1013.
Quadermergel s. Pläner.
Quadersandstein I. 774. II. 53. Kreidef. II. 918. in Sachsen II. 1012. in Westphalen II. 1002.
Quarz im Basalt I. 652. im Diorit I. 579. im Dioritporphyr I. 583. im Dolomit I. 677. im Felsitporphyr I. 609. 611. II. 679. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer I. 556. im Granit I. 570. im Gyps I. 681. im Kalkstein I. 666. 674. im Muschelkalk II. 748. im Pegmatit II. 213. im Serpentin I. 585. im Thonschiefer I. 557. im Trachyt I. 633. in d. Wealdenform. II. 907.
compacte I. 545.
grénu I. 545.
meulière I. 552.
Quarzbrockenfels I. 551.
Quarzconglomerate d. Uebergangsform. II. 297.
Quarzfels I. 545.
Quarzgänge im Porphyr II. 699. 700.
Quarzgeröll I. 696. in d. Kreideform. II. 916.
Quarzgrus I. 696.
Quarzit I. 545. 745. in d. Braunkohlenform. II. 1075. in d. Steinkohlenform. II. 457. im Taunus II. 137. in d. Uebergangsform. II. 296. im Urgneiss II. 76. 87. im Urschiefer II. 132.
Quarzitbreccie,
Quarzitconglomerat I. 692.
Quarzitlager, goldhaltige II. 150.
Quarzpsammite I. 693. krystallinische I. 458. Contactmetamorphos. I. 793.
Quarzsand I. 696.

Quarzsandstein I. 693. im Lias II. 797.
Quarzschiefer I. 545. im Urschiefer II. 132.
Quetschflächen der Gesteine I. 495.
Quinqueloculina I. 862. im Seinebassin, tert. II. 1047.

R.

Rachis der Farnkräuter I. 838.
Radiaten, fossile I. 866.
Radiolites in d. obern Kreide II. 970.
Rafts (in Kohlenflötzen) II. 577.
Ralligsandstein (Flysch) II. 1035.
Rambri, vulc. Insel I. 105.
Randanit I. 728.
Randgebirge I. 368.
Rapilli, s. Lapilli.
Rappakivi I. 574.
Rassòl I. 683.
Rastrites in d. Uebergangsform. II. 326.
Rauchwacke I. 677. Zechstein II. 614.
Rauhkalk I. 677. II. 615.
Rauhstein II. 614. 615.
Raukoko, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Rautenspath im Glimmerschiefer II. 117.
Realgar in Fumarolen I. 122. im Kalkstein I. 677.
Receptaculites in d. devon. Form. II. 341. in d. Silurform. II. 336. in d. Uebergangsform. II. 326.
Regentropfenspuren auf Schichten I. 512.
Reguain, vulc. Insel I. 105.
Reibungsbreccien I. 690.
Reibungsconglomerate I. 690.
Reliefformen des Landes I. 329.
Remopleurides in d. Silurform. II. 358.
Rensselaerit I. 594.
Reptilien, fossile I. 896. im braunen Jura II. 854. im weissen Jura II. 885. in d. Kreide II. 959. im Lias II. 816. in d. Steinkohlenform. II. 562.
Requienia in d. Neocombildung II. 961.
Retinit I. 620. in d. Braunkohle II. 1079.
Rhabdocarpus in d. Steinkohlenform. II. 559.
Rhamporhynchus im weissen Jura II. 885.
Rheinlande, Erdbeben I. 221. 228.
Rheinpreussen s. Westphalen.
Rhinocerus im Mainzer Becken II. 1073.
Rhizocorallium im Buntsandstein II. 740. 744. in d. Trias II. 762. 764.
Rhizopoden, fossile I. 861.
Rhodocrinus in d. devon. Form. II. 341. im weissen Jura II. 886. in d. Silurform. II. 336.
Rhombenporphyr I. 606. II. 664.
Rhön, Basaltform. II. 1126. Trachytform. II. 1113.
Rhone, Bassin des, Kreideform. II. 993.
Rhopalodon in d. perm. Form. II. 658.
Rhyncholithus im Muschelkalk II. 760. in d. Trias II. 766.
Riesengebirge Granitform. II. 241.
Riffe I. 394.
Ringgebirge I. 380. Bildung ders. I. 402.
Ringthäler I. 382.
Riobamba, Erdbeben I. 198. 283.
Ripple-marks I. 507.
Rissoa in d. perm. Form. II. 660.
Roccamonfina I. 93.
Roches feldspathiques I. 604.
Rocking stones II. 232.
Rocs branlants II. 232.
Röthelschiefer I. 700. perm. II. 589.
Röthung der Gesteine I. 757.
Rogenstein I. 670. im Buntsandstein II. 734. im obern Jura II. 843. in d. perm. Form. II. 625. 629.
Rosalina in d. obern Kreide II. 968.
Rostellaria im Galt II. 964. im weissen Jura II. 888. in d. obern Kreide II. 973. in d. Neocombildung II. 962. in d. Nummulitenbildung II. 1040.
Rotalina in d. obern Kreide II. 968. im Seinebassin, tert. II. 1047.
Rotella im Lias II. 818.
Rotheisenerz I. 674. 686. 830. im Grünstein II. 414.
Rotheisenerzlager in d. Steinkohlenform. II. 483. in d. Uebergangsform. II. 315. im Urgneiss II. 102. im Urschiefer II. 152.
Rothliegendes II. 61. 580. in England II. 633. in Teutschland II. 583. (Harz II. 604. Sachsen II. 599.) Allg. Charakter II. 583. Gesteine II. 585. Gliederung II. 598. Lagerungsfolge II. 605. Zusammensetzung II. 597.
Roussard (Kreide) II. 923.
Rubellan I. 652.
Rudisten I. 877. in d. Neocombildung II. 961. in d. Senon- u. Turonbildung II. 970.
Rudistenkalkstein (Kreide) II. 930. 931. 957. in d. Alpen II. 1020.
Rudistenzone II. 957.
Rücken in Steinkohlenform. I. 973.
Rüpelmonder Schichten (eocän) II. 1058.
Rundlöcher bei Erdbeben I. 240.
Runsen I. 351.
Ruskohle I. 729. II. 475.
Russland devon. Form. II. 389. Granit

im südlich. II. 242. Hebung im nördlichen I. 274. Juraform. II. 894. Kohlenkalkstein II. 489. 492. perm. Form. II. 644. Silurform. II. 320. 363. Steinkohlenform. II. 498. 531. Tertiärbildung, neuere, des südlichen II. 1097.
Rutil I. 567.
Rutschfläche der Gesteine I. 494.

S.

Sables coquilliers des Seinebassin II. 1045.
glauconieux II. 1046.
inférieurs II. 1043. Aequivalente in England II. 1052.
moyens II. 1043. Aequivalente in England II. 1056.
supérieurs II. 1043. Aequivalente in England II. 1057.
Sabrina, vulc. Insel I. 151.
Sachsen, Basalte II. 1130. 1131. 1136. Eisenerze im Urschiefer II. 146. 153. Gneiss- u. Glimmerbildungen, neuere II. 169. Gneissgänge im Gneiss II. 114. Gneissterrain, Architektur II. 109. Granit II. 235. 243. 274. Granulitlager I. 985. II. 190. Architektur II. 197. Gesteine ders. II. 192. Wirkung auf Nebengestein I. 790. Kaolin II. 234. Kreideform. II. 1012. Melaphyr II. 719. Porphyrform. II. 671. 677. 691. 694. 695. 696. 705. Pechstein im P. II. 701. Quarzgänge im P. II. 699. Verschiedenheit des P. II. 707. Ringgebirge I. 381. Rothliegendes II. 593. 599. Steinkohlen in d. devon. Form. II, 395. Steinkohlenform. II. 485. 532. 533. Syenitgranitgänge II. 248. Thonschiefer II. 146. Uebergangsform. II. 308. 321. Urschieferform. II. 155. Zechstein II. 629. Zinnseifengebirge II. 1162.
Salbänder d. Gänge I. 937.
Salenia in d. obern Kreide II. 969.
Saline (Vulc. Sicil.) I. 92.
Salmiakproduction am Aetna I. 173. in China I. 87. am Vesuv I. 173.
Salsen I. 294. am Caspisee I. 298. in Columbien I. 298. in d. Krim I. 297. in Norditalien I. 297.
Salzbergmergel (subhercyn. Kreide) II. 1009.
Salzgebirge II. 727.
Salzsäure von Lavaströmen exhalirt I. 172.
Salzthon I. 724. im Muschelkalk II. 752.
Sand der nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1075. von Leipzig II. 1084. von Soissons II. 1044. von Stettin II. 1084. glaukonitischer II. 1044. 1046.
Sandbildung des Wiener Beckens II. 1059.
Sanderze (Rothliegende) II. 596.
Sandkohle (Steinkohlenform.) II. 476.
Sandlager, quartäre, der Tiefländer II. 1154.
Sandmergel I. 679.
Sandstein, gewöhnlicher I. 693. Cäment I. 694. Contactmetamorphos. I. 793.
kalkiger, im Lias II. 798. miocän im Wiener Becken II. 1061. silur. in N.-Amer. II. 371.
von Oriskany u. Shoharie (devon.) II. 392. Wiener II. 1023.
d. nordteutsch. Braunkohle II. 1075. im Buntsandstein II. 727. 729. 739. im braunen Jura II. 829. im weissen Jura II. 861. im Keuper II. 768. 779. in d. Kreide II. 917. im Lias II. 796. in d. Molasseform. II. 1086. in d. perm. Form. II. 633. 634. 646. im Rothliegenden II. 587. in d. Steinkohlenform. II. 455. in d. Uebergangsform. II. 295. in d. Wealdenform. II. 905.
Sandsteinschiefer (Buntsandstein) II. 730.
Sandwichs-Inseln, Vulcane I. 115.
Sangay, Vulc. Quito I. 108.
Sanguili, Vulc. auf Mindanao I. 103.
Sanguinolaria in d. devon. Form. II. 344. 380. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Uebergangsform. II. 327.
Sanidin I. 622. 633. 639. 655.
San Miguel, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Santorin I. 93. Hebungen des Bodens bei I. 250.
Sapphir im Basalt I. 652. im Gneiss II. 78.
Sardinien, Hebungen des Bodens auf, I. 264.
Saruitscheff, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Satteljoch I. 923.
Sattellinie I. 925.
Sattelzone I. 922.
Säuerlinge I. 299.
Säugethiere, fossile I. 898. im braunen Jura II. 854. des Wiener Beckens II. 1067.
Saugschiefer I. 727. in d. Braunkohlenform. II. 1080.
Saurichthys in d. Trias II. 763. in England II. 784.
Sauropus primaevus im Old Red II. 329.
Sawalan, Vulc. Armen. I. 99.
Scaglia (Kreide Oberital.) II. 1023.
Scalaria im Galt II. 965. in d. obern Kreide II. 973.

Scandinavien, Hebung des Bodens I. 268. Senkung dess. im Süden I. 279. Silurform. II. 320. 365.
Scaphites I. 888. in d. obern Kreide II. 974. in d. Neocombildung II. 963.
Scaptar-Jökul, Vulc. auf Island I. 113. Eruption I. 160. Lavaströme I. 176.
Schalstein I. 599. 705. in d. devon. Form. II. 387. im Grünstein II. 414. Uebergang in Diabas II. 408.
Schalsteinporphyr I. 705.
Schären I. 394. in Kohlenflötzen II. 511.
Schaumkalk I. 681. im Buntsandstein II. 746. im Muschelkalk II. 756. im Zechstein II. 614.
Schichten der Gesteine I. 496. 942. Aufrichtung I. 977. Form I. 499. Lage I. 501. Bestimmung dieser I. 502. Mächtigkeit I. 500. Neigung I. 977. Oberfläche I. 507. Structur I. 515.
Schichtenbau, antikliner, concaver, convexer, paralleler, synkliner I. 921. Störung dess. I. 968.
Schichtenbildung I. 496. anogene, hypogene, katogene I. 498.
Schichtenflügel I. 921.
Schichtengewölbe I. 922.
Schichtenkopf I. 501.
Schichtenlage, esokline, exokline I. 924.
Schichtenmulde I. 924.
Schichtensattel I. 924.
Schichtenzone I. 920. (s. a. Schichtenbau.) fächerförmige I. 921. heterokline I. 922. homöokline I. 921. parallele I. 921.
Schichtungsfuge,
Schichtungskluft I. 499.
Schichtungsplatten I. 520.
Schiefer, culminirende, d. böhm. Silurform. II. 362.
grüne (Grünsteinform.) II. 408.
porphyrartige I. 560.
krystallinische, metamorphische Bildung ders. II. 182.
Schieferformation, primitive II. 114.
Schieferformationen, neuere II. 72.
Schiefergänge in Urformationen II. 160.
Schieferkalkstein I. 675. in d. Uebergangsform. II. 300. 303.
Schieferkohle I. 729. II. 475.
Schieferkopf (Zechstein) II. 610.
Schieferletten I. 700. im Buntsandstein II. 734. im Keuper II. 771. in d. perm. Form. II. 646. im Rothliegenden II. 587. 634. in d. Steinkohlenform. II. 459. in d. Uebergangsform. II. 294.
Schieferthon I. 700. Umwandlungen dess. II. 183. in d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1078. im braunen Jura II. 830. im weissen Jura II. 861. im Keuper II. 770. im Lias II. 798. im Rothliegenden II. 590. in d. Steinkohlenform. II. 459. in d. Uebergangsform. II. 294.
Schieferung, falsche I. 516.
Schieferung, transversale I. 516. 996.
Schilfsandstein im Keuper II. 769.
Schillerfels I. 586.
Schillerspath I. 584.
Schischaldin, Vulc. d. Aleuten I. 112.
Schiste aimantifère II. 124.
argileux I. 556. 699.
chloriteux I. 561.
maclé I. 559.
micacé calcaire I. 667.
noir feuilleté II. 356.
ottrélitique I. 560.
talqueux I. 561.
très-micacé II. 356.
Schiwelutsch, Vulc. Kamtsch. I. 100.
Schizodus in d. perm. Form. II. 657. 661.
Schizoneura im Buntsandstein II. 743.
Schizopteris in d. Steinkohlenform. II. 556.
Schizostoma in d. devon. Form. II. 344.
Schlackenauswürfe d. Vulcane I. 134. Wirkungen ders. I. 143.
Schlackenbildung I. 771.
Schlackenbreccien d. Basaltform. II. 1138.
Schlammfluthen, vulcan. I. 144. 189.
Schlammströme bei Erdbeben I. 241.
Schlammvulcane s. Salsen I. 294.
Schlangenwülste II. 753.
Schlauchhöhlen I. 385.
Schlesien, Erzlager im Muschelkalk II. 787. Porphyr II. 695. Steinkohlenform. II. 531. Trias II. 781. 784. Zechstein II. 632.
Schmelzung I. 773.
Schöpfungsperioden II. 31.
Schörl im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Gneiss II. 78. im Granit I. 573. im Lherzolith I. 594.
Schörlfels I. 547.
Schörlgranit I. 573.
Schörlquarzit I. 547. II. 204. 217.
Schörlschiefer I. 547.
Schotter (quartäres Geröll) II. 1061.
Schottland, Basaltform. II. 1127. *Chlorite-Series* I. 130. devon. Form. II. 373. Hebung u. Senkung des Bodens I. 267. Kreideform. II. 984. Silurform. II. 352. Urschieferform. II. 130. 155.
Schraubensteine I. 825. 868.

Schreibkreide II. 933.
Schriftgranit I. 574. II. 213.
Schrunden I. 351. 355.
Schuttkegel I. 363.
Schwaben, Keuperform. II. 775. Lias II. 809. s. a. Würtemberg.
Schwaden (in Steinkohlen) II. 475.
Schwammkoralle I. 860.
Schwarzkohle I. 728.
Schwarzkohlenformation II. 450. (s. Steink.)
Schwarzwald, Porphyr mit Quarz II. 700.
Schweden s. Scandinavien.
Schwefel I. 681. als Fossil I. 831. als Gestein I. 417.
in d. nordteutsch. Braunkohlenb. II. 1079. in d. Nummulitenbildung II. 1036.
Schwefelinsel, die, vulc. Ins. Ostasiens I. 102.
Schwefelsäure als Mineralbildner I. 419.
Schwefelwasserstoff von Vulc. ausgehaucht I. 120.
Schweflige Säure, von Vulcan. ausgehaucht I. 120.
Schweiz, Juragebirge I. 993. 1089. Kreideform. II. 1018. Lias II. 811. Molasse II. 1086. Neocombildung II. 1019.
Schwemmkegel I. 363.
Schwerspath I. 685.
Schwül (Hornstein in d. Steinkohlenf.) II. 479.
Sciarre I. 161.
Scorpione, fossile I. 892.
Scuir of Egg I. 621. II. 701.
Scutellina im Seinebassin, tert. II. 1047.
Scyphia I. 860. im weissen Jura II. 886. in d. obern Kreide II. 967. in d. Trias II. 762.
Sedimentformationen II. 6. 19. Auskeilung II. 48. Bildungsräume II. 21. Eintheilung II. 49. Facies II. 46. Fossilien II. 23. Theilweise Identität dieser II. 27. Verschiedenheit dieser in verschied. Format. II. 23. in einer Formation II. 32. nach verschied. Bildungsräumen II. 36. aus verschied. Meerestiefen II. 40.
Sedimentschichten I. 497. Aufrichtung und Neigung ders. I. 977.
Seesalz I. 683.
Sehama, Vulc. Bolivias I. 107.
Seiban-Dagh, Vulc. Armen. I. 98.
Seifengebirge II. 1161.
Seifenstein (Ophiolithform.) II. 434.
Seil-Lava I. 161.
Seine, Bassin der, Kreideformation dess. II. 985. Eocäne Tertiärform. II. 1042.
Seismometer I. 202.
Sélagite I. 590.
Selenochlaena in d. perm. Form. II. 655.
Selenschwefel in Fumarolen I. 122.
Semionotus im Keuper II. 781. im Lias II. 816.
Senkungen des Bodens, perman. I. 255. 275.
Senonbildung (obere Kreide) II. 915. 949. Fossilien II. 965.
in England II. 965. in Frankreich (Seinebassin) II. 988. in Teutschland: subhercynisch. Territor. II. 1008. Westphalen II. 1003.
Sepiaden, fossile I. 884.
Septarien I. 454. II. 799.
Septarienthon d. Mainzer Beckens II. 1068. d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1077. 1084.
Serapistempel bei Puzzuoli I. 252. 256.
Sericit (Urschieferglimmer) II. 117. 122.
Serpentin I. 584. 589. 667. in d. Granulitform. II. 196. 202. in d. Ophiolithform. II. 432. Associationen II. 442. Eruptionsepochen II. 439. Lagerung II. 436. petrograph. Verh. II. 432. Uebergänge II. 441. im Urgneiss II. 68. 76. 88. im Urschiefer II. 141.
Serpentinschiefer I. 585.
Serpula I. 890.
Serpulites im Muschelkalk II. 756. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. perm. Form. II. 661. im Seinebassin, tert. II. 1048. in d. Senonbildung II. 975. in d. Silurform. II. 340. in d. Steinkohlenform. II. 571. in d. Trias II. 766. in d. Turonbildung II. 975. in d. Uebergangsform. II. 328. in d. Wealdenform. II. 911.
Sesarga, Vulc. Austr. I. 113.
Sewerkalk in d. Alpen II. 1021.
Shanklin-sand II. 919. 951. 977.
Sheppey, Insel II. 1054.
Shoharie-Sandstein (devon.) II. 392.
Siao, vulc. Ins. I. 103.
Sibirien, Granitlager II. 244.
Sicilien, Erdbeben I. 212. 216. Hebung des Bodens I. 263. Kreideform. II. 942. Macaluba I. 296. Tertiärbildung, neuere II. 1094. Fossilien II. 1096. Vulcane I. 92.
Sickleria labyrinthiformis I. 511. (Leistennetze.)
Siderolithes in d. obern Kreide II. 968.
Siebengebirge II. 1103. 1140.

Sigillaria I. 847. in d. Steinkohlenform. II. 543. 557.
Sikolf, vulc. Insel I. 102.
Silicatformationen, geschichtete II. 10.
Silicatgesteine, krystallinische I. 553. 994. im Urgneiss II. 76. im Urschiefer II. 116. 132. 139.
zweifelhafte Entstehung I. 742. Schichtungsstörungen I. 984.
Silification I. 809.
Siliquaria, im Seinebassin, tert. II. 1048.
Silurische Formation II. 51. 331. Fossilien II. 334.
in Grossbritannien II. 347. in Nordamerika II. 370. in Russland II. 363. in Scandinavien II. 365. in Teutschland II. 353. in Böhmen II. 319.
azoische II. 115. in Böhmen II. 355.
Sinai (Granit) II. 235.
Sinchulagua, Vulc. Quito I. 108.
Sindoro, Vulc. auf Java I. 104.
Sindsjar, Vulc. Armen. I. 98.
Sinkalang, Vulc. auf Sumatra I. 105.
Sinterkohle II. 476.
Sinupalliaten I. 880.
Siphonia in d. obern Kreide II. 967.
Siphoria I. 860.
Sira-yama, Vulc. auf Nipon. I. 102.
Skapolith I. 666.
Skapolithgestein im Urschiefer II. 142.
Skaptar-Jökul s. Scaptar.
Skjaldebreid auf Island, Lavaströme I. 177.
Skleropoden I. 863.
Skölar in Magneteisenerzlagern II. 101.
Skolezit I. 652.
Sky, Insel, Syenit II. 268. 278.
Slashes I. 990. II. 505. (Steinkohlenf.)
Smaragd I. 556.
Smirgel im Urgneiss II. 76. 95. im Urschiefer II. 139.
Smiru, Vulc. auf Java I. 104.
Snaefells-Jökul, Vulc. auf Island I. 113.
Soapstone II. 434.
Societätsinseln, Vulcane ders. I. 115.
Soconusco, Vulc. in Centro-Amer. I. 109. 110.
Sodalit I. 646.
Sohlgestein s. Liegendes.
Sohlschieferthon II. 513.
Sol de remblai II. 7.
primaire II. 50.
primitif II. 7.
Solarium im Galt II. 965. in d. obern Kreide II. 973. im Seinebassin, tert. II. 1046. 1048.
Solemya in d. perm. Form. II. 660.
Solen in d. devon. Form. II. 344.
Solenhofener Kalkschiefer II. 877.
Solenocrinus im weissen Jura II. 887.
Solfatara I. 93. II. 1102. auf Island I. 766. bei Puzzuoli I. 119. von Urumtsi I. 87.
Sopka's, Kamtschatka's Vulc. I. 99.
Sotara, Vulc. S.-Amer. I. 108.
Spaltenhöhlen I. 385.
Spaltung des Bodens (Erdbeben) I. 235.
Spaltungsthäler I. 405.
Spanien, devon. Steinkohlen II. 398.
Spatangenkalk d. Alpen (Kreide) II. 1019.
Spatangoiden I. 870.
Spatangus in d. Neocombildung II. 960. in d. Nummulitenbildung II. 1039. in d. Senon- u. Turonbildung II. 969.
Speetonclay (Kreide) II. 926. 951. 977.
Sperone I. 655.
Spessart, Zechstein am, II. 624.
Sphaerexochus in d. Silurform. II. 340.
Sphaerococcites I. 833.
Sphaerodus in d. Wealdenform. II. 911.
Sphaeroidische Structur der Gesteine I. 473. 535.
Sphaerosiderit I. 652. thoniger I. 685. in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1077. 1081. in d. Steinkohlenform. II. 479. 480.
Sphenophyllum I. 845. in d. Steinkohlenform. II. 555.
Sphenopteriden I. 841.
Sphenopteris I. 841. im braunen Jura II. 849. in d. perm. Form. II. 654. 655. in d. Steinkohlenform. II. 556. in d. Wealdenform. II. 910.
Spiegelflächen der Gesteine I. 494.
Spiegelklüfte im Buntsandstein II. 733.
Spilit I. 599.
Spilosit I. 788.
Spinell im plusiat. Geröll II. 1161. im Gneiss II. 78. im körnigen Kalkstein I. 666.
Spinnen, fossile I. 893.
Spirifer I. 874. in d. devon. Form. II. 342. 377. 380. im weissen Jura II. 887. im Lias II. 817. in d. perm. Form. II. 657. 660. Russlands II. 647. in d. Silurform. II. 337. 349. 352. in d. Steinkohlenform. II. 560. 568. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790. in d. Uebergangsform. II. 327. im Zechstein II. 613.
Spirifersandstein II. 386.

Spirolina,
Spiroloculina, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Spirorbis I. 890. in d. devon. Form. II. 346.
Spirula in d. Nummulitenform. II. 1039.
Spitzbergen, perm. u. Steinkohlenform. II. 652.
Spondylus in d. obern Kreide II. 971. in d. Nummulitenform. II. 1039.
Spongiten im weissen Jura II. 876. in d. Trias II. 762.
Spongitenkalk im weissen Jura II. 864. 866.
Sprudelstein I. 671.
Sprünge der Gesteine I. 970.
Sprunghöhe I. 971.
Sprungkluft I. 970.
Spurensteine I. 824.
St. Domingo, Erdbeben I. 235.
St. Helens, Vulc. Californ. I. 111.
St. Helens-beds II. 1056.
St. Michael (Azor.), vulc. Inselbildung bei, I. 151.
St. Paul (vulc. Ins.) I. 96.
St. Vincent, Vulc. d. Antillen I. 108. Aschenregen I. 142. Eruption I. 133.
Stämme, aufrechte, in d. Steinkohlenform. II. 545.
Stauchung der Schichten I. 919. 967. 987.
Staurolith im Glimmerschiefer I. 556. II. 117. im Gneiss II. 78.
Staurolithschiefer I. 789.
Stéaschiste I. 561.
Steatit I. 585. 594. 652.
Stefano-del-Bosco, Erdbeben I. 200.
Steilabfall bei Gebirgen I. 341.
Steinkern I. 824.
Steinkohle I. 728. 776. 778. im Buntsandstein II. 737. im Jura II. 835. 861. im Keuper II. 774. im Lias II. 802. im Muschelkalk II. 752. in d. Nummulitenbildung II. 1036. im Rothliegenden II. 593. 595. in d. Steinkohlenform. II. 472. in d. Uebergangsform. II. 312. in d. Wealdenform. II. 906.
Steinkohlenflora, Charakter ders. II. 550.
Steinkohlenflötze, Anzahl, Mächtigkeit II. 495. 508. Bildungsweise II. 576. Gliederung II. 510. Geotektonische Verhältnisse II. 506.
Steinkohlenformation II. 51. 450. Architektur II. 496. Störung ders. II. 516. Ausbildungsweise II. 451. 571. Gesteine ders. II. 452. untere Gränzen II. 384. Lagerungsverhältnisse II. 529. Palaeontolog. Verh. II. 540. Zusammensetzung II. 486.
Steinkohlengebirge, Pfalz-Saarbrückner II. 498. 507. 536.
Steinkohlenlager d. devon. Form. II. 394. Frankreich II. 396. in Sachsen II. 395. in Spanien II. 398.
Steinmark im Porphyr II. 679.
Steinmergel d. Keuperform. II. 771. 779.
Steinsalz I. 681. 683. Entstehung I. 748. im Buntsandstein II. 736. im Keuper II. 773. 776. in d. Kreide II. 943. im Lias II. 802. im Muschelkalk II. 752. in d. Nummulitenbildung II. 1036. in d. perm. Form. Russlands II. 650. in d. Uebergangsform. II. 306. in d. alpin. Trias II. 789. im Zechstein II. 619.
Steinsalzbildung der Karpathen II. 1062.
Steinsalzgruppe d. Keupers II. 775.
Stelleriden I. 866.
Stemmatopteris in d. Steinkohlenform. II. 557.
Stenopora in d. perm. Form. II. 659.
Steppenkalkstein (tertiär) II. 1097.
Steppensalz I. 683.
Stettin, Sand (Braunkohle) II. 1084.
Stickgas von Vulcan. ausgehaucht I. 122.
Stigmaria I. 845. in Sohlschieferthon II. 513. in d. Steinkohlenform. II. 557.
Stigmit I. 620.
Stilbit I. 652.
Stinkspath in d. Wealdenform. II. 907.
Stinkstein I. 676. im Zechstein II. 616. 639.
Stinksteinbreccie I. 718. II. 616. 640.
Stöchiolithe I. 425.
Stockscheider (Granitform.) II. 225.
Stöcke d. Gebirgsglieder I. 904. 915. 936. 938.
stehende I. 917.
typhonische I. 904.
Stomatopora im braunen Jura II. 855.
Stonesfield-Slate (Jura) II. 822. 824. Säugethiere II. 854.
Strahlstein im Chloritschiefer I. 561. im Gabbro I. 589. im Itabirit I. 688. im Serpentin II. 434. im Talkschiefer I. 562.
Strahlsteinschiefer I. 579. II. 86.
Strandlinien, ehemalige, bei Hebungen des Bodens I. 254.
Stratificationsformen der Gesteine I. 495.
Stream-works II. 1162.

Streckung der Gesteine I. 468.
Streichen d. Schichten I. 503.
Streichlinie ders. I. 502.
Streptorhynchus in d. perm. Form. II. 660.
Striatakalk (Muschelkalk) II. 749.
Stringocephalus I. 873. in d. devon. Form. II. 342. 377. in d. Uebergangsform. II. 327.
Strokkr I. 308.
Stromatopora in d. devon. Form. II. 341. 382. 383. in d. Silurform. II. 335. 349. in d. Uebergangsform. II. 327.
Stromboli I. 92. Höhe dess. I. 83. Kraterdimens. I. 86. Lavawallung I. 125.
Ströme (Gebirgsglied.) I. 905. 936. 940.
Strophalosia in d. perm. Form. II. 659.
Strophodus im braunen Jura II. 853.
Structur der Gesteine I. 443. amorpher Gesteine I. 488. klastischer Gest. I. 484. krystallinischer G. I. 478. einfache I. 479. zusammengesetzte I. 481.
Stückkohle II. 1078.
Sturzkegel I. 364.
Stuttgarter Baustein (Keuper) II. 769.
Stylastritenkalkstein (Steinkohlenform.) II. 489.
Stylina in d. Trias II. 762.
Stylolithen I. 533. Muschelkalk II. 748. 753.
Subapenninen-Formation (pliocän) II. 1091.
Subhercynisches Territorium s. Harz.
Süd-Amerika, Erdbeben I. 229. Hebung d. westlichen I. 260. Juraform. II. 896.
Süd-Tschirpoi, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Sumatra, Vulcane auf, I. 105.
Sumbing, Vulc. auf Java I. 104.
Süsswasserkalkstein I. 672. im Seinebassin, obrer II. 1049. untrer II. 1044. in d. Steinkohlenform. II. 468.
Süsswasserquarz I. 552.
Syenit I. 576. II. 204. 216. 262. Absonderung II. 265. Einschlüsse in S. II. 265. Gänge von S. in S. II. 266. Lagerung II. 267. Structur II. 263. Uebergänge II. 264. Wirkung auf Nebengesteine II. 269.
Syenitconglomerat I. 701.
Syenitformation II. 203. Verschiedenheit ders. II. 272.
Syenitporphyr I. 614. in d. Porphyrform. II. 664. 674.
Symon-faults (in Kohlenflötzen) II. 515.
Synastraea in d. Neocombildung II. 960. in d. Senon- u. Turonbildung II. 967.
Synopsis der Gesteine I. 416. 537. 545.
Syringodendron I. 848. in d. Steinkohlenform. II. 543. 558.
Syrien, Erdbeben I. 219. 226.
Syringopora I. 866. in d. Silurform. II. 336.
System s. Formation II. 5.
Système boldérien II. 1058.
bruxellien II. 1058.
calcareux infér., *supér.* (devon.) II. 385.
diestien II. 1058.
héersien II. 1058.
laekenien II. 1058.
landenien II. 1058.
paniselien II. 1058.
quarzo-schisteux inf., *sup.* (devon.) II. 385.
rupélien II. 1032. 1058.
scaldesien II. 1058.
tongrien II. 1032. 1058.
ypresien II. 1058.
Systèmes en bateau I. 924.
en éventail I. 921.
Systyl I. 728.

T.

Taal, Vulc. auf Luzon I. 103.
Taeniopteris I. 839. im braunen Jura II. 849. im Keuper II. 777. 781. in d. perm. Form. II. 655. in d. alpin. Trias II. 772.
Tafelländer I. 334.
Tafelschiefer (Uebergangsthonschiefer) II. 292.
Tajamulco, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Takal-Tau (Vulc. As.) I. 97.
Talcite I. 561.
Talk, als Versteinerungsmittel I. 830. Vorkommen: im Dolomit I. 677. im Gabbro I. 589. im Glimmerschiefer I. 556. im Gneiss I. 566. im Granit I. 573. im Gyps I. 681. im Itabirit I. 688. im körnigen Kalkstein I. 666. im Lherzolith I. 594. im Serpentin II. 433.
Talkerde I. 418.
Talkflysch (Urschiefer) II. 143.
Talkschiefer I. 744. im Urgneiss II. 88. im Urschiefer II. 128.
Talkschieferconglomerat I. 697.
Talkspath I. 561. 562.
Tanegasima, vulc. Insel I. 102.
Tanjaga, Vulc. auf, (Aleuten) I. 112.
Tankuban-Prahu (Vulc. Java) I. 104. Grösse des Kraters I. 85.
Tanna, Vulc. d. neuen Hebrid. I. 113.

Tapanhoacanga I. 721.
Tarr od. Teir (vulc. Ins.) I. 96.
Taviglianazsandstein II. 1035.
Taxites im braunen Jura II. 850.
Tegel des Wiener Beckens II. 1059.
Telaga-Leri, Vulc. Java, Krater dess. I. 766.
Tellen I. 355.
Tellina in d. devon. Form. II. 344.
Tempskya in d. Wealdenform. II. 910.
Teneriffa II. 1127.
Tentaculiten in d. devon. Form. II. 345. in d. Silurform. II. 339. in d. Uebergangsform. II. 329.
Terebellum in d. Nummulitenbildung II. 1040. im Seineb., tert. II. 1046. 1048.
Terebinthineen, fossile I. 855.
Terebratula I. 873. im Buntsandstein II. 743. 744. in d. devon. Form. II. 343. 380. im Galt II. 964. im braunen Jura II. 852. 855. im weissen Jura II. 887. im Keuper II. 777. im Lias II. 817. im Muschelkalk II. 756. 760. Schlesiens II. 787. in d. Neocombildung II. 961. in d. perm. Form. II. 660. Russlands II. 647. in d. Senonbildung II. 971. in d. Silurform. II. 336. 348. 349. 350. in d. Steinkohlenform. II. 561. 568. in d. Trias II. 763. 765. alpin. II. 790. 793. in d. Turonbildung II. 977. in d. Uebergangsform. II. 327.
Terebratulakalk (Muschelkalk) II. 748. 756. 760.
Teredina, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Teredo in d. Nummulitenform. II. 1039.
Térenite II. 290.
Ternate, Vulc. auf, I. 103.
Terrain s. Formation II. 5. s. a. Étage.
Terrain anthraxifère II. 385.
ardoisier II. 385.
crétacée du Jura II. 913.
étrurien II. 1035.
jurassique II. 795.
néocomien II. 914.
pénéen II. 582.
sidérolithique II. 881.
Terrains anormaux II. 10.
indépendans II. 10.
intermédiaires II. 280.
normaux II. 280.
de transition II. 280.
Terror, Vulc. d. südl. Polarländ. I. 114.
Tertiärformationen II. 54. 1025. Eintheilung II. 1029. Fossilien II. 1027. Gesteine II. 1026.
eocäne: in Frankreich, Bassin der Seine II. 1042.
miocäne: Mainzer Becken II. 1067. Wiener Becken II. 1058.
neuere: Sicilien II. 1094. Süd-Russland II. 1097.
pliocäne: Subapenninform. II. 1091.
Tetragonolepis im Lias II. 816.
Tetragramma im Galt II. 963.
Teufelsmühlen II. 232.
Teutoburger Wald, Neocombildung II. 1000.
Teutschland, Braunkohlenform. II. 1073. Gesteine II. 1074. Kreideform. II. 952. 999. Permische Form. II. 583. Wealdenform. II. 904.
Textularia I. 862. in d. obern Kreide II. 968.
Thalabsturz I. 362.
Thalanfänge I. 361.
Thalberg I. 363.
Thaldämme I. 362.
Thalenge I. 357. 359. Neigung ders. I. 361.
Thäler I. 351. Bildungsweise u. Eintheilung hiernach I. 405. Diagonalthäler I. 357. Haupt-, Nebenthäler I. 352. Längen-, Querthäler I. 357.
Thalgehänge I. 351.
Thalhügel I. 363.
Thalkehle I. 357.
Thalriegel I. 362.
Thalschlünde I. 357.
Thalsohle I. 353.
Thalsporne I. 359.
Thalstufe I. 362.
Thalterrassen I. 360.
Thalweitung I. 357. 359.
Thallopoden I. 862.
Thamet-sand (eocän) II. 1053.
Thecidea in d. obern Kreide II. 971.
Thecodontosaurus in d. perm. Form. II. 658.
Thermen I. 305.
Thetis im Galt II. 964. in d. Neocombildung II. 962.
Theutiden, fossile I. 884.
Thiere, fossile I. 856.
Thierfährten in Schichten I. 508.
Thiolithe als Gesteinsbestandtheile I. 421.
Tholeiit (Melaphyr) II. 711.
Thon I. 723. in d. nordteutsch. Braunkohle II. 1076. im Buntsandstein II. 734. im braunen Jura II. 850. im weissen Jura II. 861. in d. Kreide II. 924. im Lias II. 798. in d. Wealdenform. II. 904.
Thoneisenstein in d. Braunkohle II. 1081. im Jura II. 835. in d. Kreide II. 925.
Thoneisensteingebirge (Jura) II. 835.

Thongallen I. 670. 695. im Buntsandstein II. 731.
Thonglimmerschiefer II. 127.
Thongyps I. 682.
Thonhornstein im Keuper II. 770. 778.
Thonkieselstein im Keuper II. 770.
Thonmergel I. 679. d. Keuperform. II. 771. 779.
Thonporphyr I. 610.
Thonquarz (im Keuper) II. 770. 778.
Thonschiefer I. 556. 699. 743. Metamorphosen I. 790. II. 183. 184. Umkrystallisirung I. 788. in d. Kreide II. 925. in d. Steinkohlenform. II. 462. in d. Uebergangsform. II. 290. im Urgneiss II. 88. im Urschiefer II. 122. Verbreitung dess. I. 128.
Thonschiefer, schalsteinähnl. I. 560.
Thonschieferconglomerat I. 697.
Thonstein I. 707.
Thonsteine im Rothliegenden II. 592. in d. Steinkohlenform. II. 463.
Thonsteinporphyr I. 610. 615. in d. Porphyrform. II. 674.
Thracia, in England tertiär II. 1053.
Thüringen, Gyps im Buntsandstein II. 739. Keuperform. II. 775. Melaphyr II. 718. 725. Porphyre II. 671. 676. 678. Quarzgänge im P. II. 700. Zechstein II. 609.
Thymelaeen, fossile I. 655.
Tidone, vulc. Ins. I. 103.
Tiefenstufe, geothermische I. 48. 52. Auffallende Kleinheit ders. I. 54. Ursachen ihrer Verschiedenheit I. 56. Einfluss d. Reliefform. des Landes (sie ist Function der Terrainböschung) I. 58.
Tiefenzone, zoolog. submarine II. 42.
Tiefländer I. 332. 370. Reliefformen ders. I. 371.
Tilestone II. 351.
Tintenbeutel, fossile I. 819.
Titaneisenerz I. 589. 646. 652.
Titanit im Diorit I. 581. im Gneiss I. 567. im Granit I. 573. im körnigen Kalkstein I. 666. im Nephelindolerit I. 655. im Porphyrit II. 669. im Syenit I. 633. II. 263. im Trachyt I. 639.
Tobel I. 351.
Tobreonu, Vulc. auf Otaheiti I. 115.
Todtes Meer, Depression dess. I. 372.
Todtliegendes II. 583.
Tolima, Vulc. Quito I. 108.
Toluca (Vulc. Mexico) I. 111. Grösse d. Kraters I. 86.
Tomboru, Vulc. auf Sumbawa I. 104. Aschenregen I. 143. Eruption I. 133.
Tongariro, Vulc. auf Neu-Seeland I. 113.
Topas I. 573. im plusiat. Geröll II. 1161.
Töpferthon I. 723.
Topfstein I. 562.
Torf I. 729.
Tornatella im braunen Jura II. 857.
Torrent (Kreide) II. 919.
Tosca (Bimssteintuff) II. 1120.
Tourtia (Conglomer. d. Kreide) II. 917. 993.
Toxaster in d. Neocombildung II. 960.
Toxoceras I. 889. in d. Neocombildung II. 962.
Trachyderma in d. Silurform. II. 340. in d. Uebergangsform. II. 329.
Trachydolerit I. 622. 625. 642.
Trachydoleritlava I. 660.
Trachyt I. 632. II. 1102. Familie dess. I. 621. 777. klastische Gesteine ders. I. 709. pyrogene Natur dieser I. 733.
Trachytbimsstein I. 629.
Trachytbreccie, -conglomerat I. 709.
Trachytformation II. 69. 1101.
Trachytlava I. 659.
Trachytporphyr I. 622. 629.
Trachyttuff I. 709. in d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1078.
Tragos I. 860. im weissen Jura II. 886. in d. obern Kreide II. 967.
Trapp I. 599. 642. 647.
Trappfamilie I. 642.
Trappquarz in d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1076.
Trappsand in d. nordteutsch. Braunkohlenform. II. 1076.
Trass I. 711.
Travertin I. 671.
Trematosaurus im Buntsandstein II. 744. im Muschelkalk II. 763.
Trentonkalkstein (silur.) II. 371.
Triasformation (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) II. 52. 726. Étage conchylien u. saliférien II. 727. Fauna II. 762.
in d. Alpen II. 789. in England II. 781. 782.
Trichomanites I. 842.
Trigonia im Galt II. 964. im braunen Jura II. 857. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. in d. Neocombildung II. 962. in d. Senon- u. Turonbildung II. 972.
Trigonocarpum in d. Steinkohlenform. II. 559.
Trigonotreta in d. Steinkohlenform. II. 660.
Trilobiten I. 891. in d. devon. Form. II. 346. in d. Obersilurform. II. 359. in d. Silurform. II. 339. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Uebergangs-

form. II. 329. in d. Untersilurform. Böhmens II. 356.
Triloculina I. 862. im Seinebassin, tert. II. 1047.
Trinucleus in d. Silurform. II. 340. 348.
Trionyx, tert. England II. 1056.
Tripel (Kreide) II. 923.
Tristan da Cunha I. 96.
Trochitenkalk (Muschelkalk) II. 748.
Trochocyathus in d. Nummulitenbildung II. 1038.
Trochus im Buntsandstein II. 744. in d. devon. Form. II. 344. im braunen Jura II. 857. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. in d. Nummulitenbildung II. 1040. in d. perm. Form. II. 661. im Seinebassin, tert. II. 1049. in d. Senonbildung II. 973. in d. Silurform. II. 338. in d. Trias II. 766. in d. Turonbildung II. 973.
Trolladyngiur, Vulc. auf Island I. 113.
Trümer I. 460.
Trümmerporphyre der Porphyrform. II. 663. im Rothliegenden II. 591.
Tscheduba, vulc. Insel I. 105.
Tschermai, Vulc. auf Java I. 104.
Tschikotan, Vulc. d. Kurilen I. 101.
Tschornosem I. 725.
Tschyldir, Vulc. Armen. I. 98.
Tubicaulis I. 844. in d. perm. Form. II. 655. Russlands II. 647.
Tuffe I. 487.
Tuffeaukreide II. 989. s. *Craie tuffeau*.
Tuffkreide II. 933. 936.
Tuffschichten d. Lavaform. II. 1152.
Tufoa, vulc. Insel I. 115.
Tullykalkstein (devon.) II. 393.
Tunguragua, Vulc. Quito I. 108.
Turbinitenkalk (Muschelkalk) II. 749.
Turbinites im Muschelkalk II. 766.
Turbinolia I. 866. in d. obern Kreide II. 967. im Muschelkalk II. 762. im Seinebassin, tert. II. 1047.
Turbo in d. devon. Form. II. 344. im braunen Jura II. 858. im weissen Jura II. 888. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. 763. 766. in d. perm. Form. II. 660. in d. Silurform. II. 338. 351. in d. alpin. Trias II. 791. 793. in d. Uebergangsform. II. 328.
Turbonilla in d. perm. Form. II. 656. 661.
Turmalin I. 561. 567. 573. 677.
Turmalinschiefer I. 547.
Turonbildung (obere Kreide) II. 915. 949. Fossilien II. 965.
in Belgien II. 993. in England II. 981. in Frankreich: Bassin d. Seine II. 988. Bassin d. Loire II. 992. Provence II. 997. in Teutschland: Sachsen II. 1012. subhercyn. Territor. II. 1008. Westphalen II. 1002.
Turrilithes I. 889. im Galt II. 965. in d. obern Kreide II. 974.
Turritella im Buntsandstein II. 744. im Lias II. 818. im Muschelkalk II. 756. 763. 766. in d. Nummulitenbildung II. 1040. im Seinebassin, tert. II. 1046. 1048. in d. Senonbildung II. 973. in d. Turonbildung II. 973. in d. Wealdenform. II. 911.
Tutenkalk I. 534. im Lias II. 801.
Tutenmergel I. 534. in d. Wealdenf. II. 905.
Tuxtla, Vulc. Mexic. I. 111.
Tyrol, Granit II. 277. Nummulitenform. II. 1041. Porphyr II. 692.

U.

Uebergangsformation II. 279. Architektur II. 320. Eintheilung II. 51. 324. 330. Fossilien II. 324. Gesteine II. 283. Lagerungsformen II. 322. Zusammensetzung II. 317.
ältere II. 51.
neuere II. 51.
Ueberlagerung, buckelförmige I. 930.
Ueber-Quader II. 919. des subhercynisch. Kreideterritor. II. 1009. 1010.
Ueberschiebung d. Schichtung I. 982.
Uebersteinerung I. 281.
Ubinas, Vulc. von Bolivia I. 107.
Uferdämme I. 365.
Uferschwellen I. 365.
Uferterrassen I. 360.
Ullmannia im Zechstein II. 628.
Ulodendron in d. Steinkohlenform. II. 558.
Umbildungen der Gesteine I. 750. durch Feuer I. 771. durch vulcanische Dämpfe I. 765.
Umkrystallisirung d. Gesteine durch Contact I. 781. des Grauwackenschiefers I. 788. der Kalksteine I. 784. der Thonschiefer I. 788.
Umlagerung, mantelförmige I. 930.
Umnak, Vulc. auf, (Aleuten) I. 112.
Unalaschka, vulc. Ins. d. Aleuten I. 112.
Uncites in d. devon. Form. II. 342.
Underclays (Steinkohlenf.) II. 513.
Undercliffs I. 375. (Kreide: Isle of Wight) II. 982.
Ungarn, Porphyre II. 689. Trachyte II. 1105. 1115. Uebergangsform. II. 330.

Unio im Keuper II. 778. in d. Steinkohlenform. II. 561. in d. Wealdenform. II. 910.
Unionites in d. alpin. Trias II. 793.
Unsengadake, Vulc. auf Kiusiu I. 102.
Untersilurformation II. 347. in Böhmen II. 355.
Ural, Urschieferform. I. 130.
Uralit I. 593. 597.
Uralitporphyr I. 597.
Urgneissformation II. 71. 75. Architektonik u. Lagerung II. 105. Concordanz der letzteren II. 112.
Urkalkstein I. 665. 677. im Urgneiss II. 89. eruptive Bildung II. 93.
Urschieferformation II. 50. 71. 114. Architektur u. Lagerung II. 155. Gesteine II. 116.
Ursus, quartär II. 1168.
Uticaschiefer (silur.) II. 371.

V.

Val del Bove I. 92.
Val di Muria (auf Lipari) I. 768.
Valdivia, Erdbeben I. 228.
Valparaiso, Erdbeben I. 201.
Valvulina, im Seinebassin, tert. II. 1047.
Variolit im Grünstein II. 410.
Venericardia in d. Nummulitenbildung II. 1039. im Seinebassin, tert. II. 1045. 1049.
Ventriculites I. 860.
Venus in d. obern Kreide II. 972. im Seinebassin, tert. II. 1047. 1049. in d. Steinkohlenform. II. 566.
Verde antico I. 667.
Verde di Corsica I. 589. II. 446.
Vereinigte Staaten (N.-Amer.), Erdbeben I. 228. s. Nordamerika.
Verfärbung der Gesteine I. 756.
Verkieselung I. 798. 809.
Verknüpfung der Gebirgsglieder I. 932.
Verkohlung I. 818.
Verkokung I. 773.
Vermilia I. 890.
Verschiebungen I. 970.
Verwerfungen I. 969. II. 64.
Verwitterung I. 756. 820.
Vesuv I. 92. Aschenregen I. 142. Bau dess. I. 179. Eruptionsperioden I. 79. 282. Feuerschein I. 131. Gasaushauchung I. 122. Höhe I. 83. Grösse des Kraters I. 86. Kochsalz auf Lava I. 172. Lapilli I. 136. Lavakaskaden I. 161. Lavastrom I. 162. 164. 169. 170. 174. 175. 179. Salmiakbildung I. 173. Schlackenkegel I. 148. Schlammfluth I. 145. Spaltenbildung I. 160. Wallung der Lava I. 126. Wirkung auf Quellen I. 129.
Vesuvian I. 666.
Viego, del, Vulc. Centro-Amer. I. 110.
Villarica, Vulc. S.-Amer. I. 107.
Virgines, de las, Vulc. Californ. I. 111.
Virgulina I. 861.
Vitriol-Letten im Muschelkalk II. 787.
Vivianit I. 829.
Vögel, fossile I. 897.
Vogesen, Granulitform. II. 200. Porphyre II. 691.
Vogesensandstein (Buntsandst.) II. 728. 737.
Volcan d'Agua, Centro-Amer. I. 110. Wassereruption I. 193.
Volcanello I. 92.
Volcanitos I. 298.
Volcano I. 92. Grösse des Kraters I. 86.
Volcano, Vulc. d. Gruppe von Sta. Cruz I. 113.
Volcanos, los (Ostasien) I. 102.
Voltzia I. 854. im Buntsandstein II. 743. im Keuper II. 781.
Voluta in d. obern Kreide II. 973. in d. Nummulitenbildung II. 1040. im Seinebassin, tert. II. 1046. 1048. 1049.
Vries, vulc. Insel Ost-As. I. 102.
Vulcane, Begriff eines V. I. 78. Bildung ders. I. 179. Einstürze I. 165. Eintheilung ders. I. 78. Flammfeuer auf dens. I. 123. Formen ders. I. 80. äussere Form. I. 376. Grösse u. Höhe I. 83. Geograph. Lage (meist littoral) I. 86. 115. Ruhe I. 119. Vorkommen: (in Africa I. 94. Asien I. 97. Australien I. 113. Europa I. 91. Nordamerika I. 109. im grossen Ocean I. 114. nördliche Polarländer I. 113. südl. Polarländer I. 114. Südamerika I. 105.) Wirkungen der V. I. 118. im Zustande der Aufregung I. 127.
Vulcangruppen I. 90.
Vulcanismus I. 76.
Vulcanreihen I. 89. von Chile I. 106. Länge ders. I. 89. von Mexico, Länge ders. I. 89.
Vulsella in d. Nummulitenbildung II. 1039.
Vultur (Krater in Apulien) I. 93.

W.

Wacke I. 643. 654.
Wackenmandelstein I. 654.
Wälder, submarine I. 277.

Walachei, Erdspalten I. 238. 239.
Walchia I. 850. in d. perm. Form. II. 656.
Wales, devon. Form. II. 374. Grünsteine II. 430. Silurform. II. 351. Uebergangsform. II. 319.
Walkerde I. 723. II. 446. 925.
Walkthon (Kreideform.) II. 926.
Wallgebirge I. 349.
Wärmezunahme des Erdinnern I. 44. Beobachtungen in Bergwerken I. 49. in Brunnen I. 46. Wahrscheinliches Gesetz ders. I. 62. Folgerungen daraus I. 64.
Wasser als Mineral I. 418.
Wasserausbrüche d. Vulcane I. 189.
Wasserquellen, heisse I. 305. Zersetzende Wirkungen I. 766.
Wasserscheide I. 338.
Waverley-series II. 491.
Wealdclay II. 897.
Wealdenformation II. 53. 795. 896. Bildungsweise II. 899. in England II. 900. im nordwestlichen Teutschland II. 904. Fauna II. 910. Flora II. 909. Gliederung ders. II. 907. Lagerung II. 908.
Wealdenthon II. 903.
Wechsellagerung der Schichten I. 903. 934. auskeilende I. 935.
Weissliegendes (Rothliegend.) II. 583. 605.
Weissstein I. 568. (subkrystallin. Granit) II. 202.
Wellendolomit im Buntsandstein II. 735. 741.
Wellenfurchen I. 507.
Wellengebirge I. 350.
Wellenkalk im Muschelkalk II. 746. 755.
Wenlockkalkstein (silur.) II. 349.
Wenlockschiefer II. 349.
Westphalen, Devon. Form. II. 379. Eisenerze in Grünsteine II. 416. Galt II. 1000. Kreideform. II. 919. 943. obere Kreide II. 1002. Porphyr II. 697. Rothliegendes II. 597. Steinkohlenform. II. 501. 505. 524. 530. Uebergangsform. II. 309. Zechstein II. 629.
Wetter, schlagende (Steinkohlenform.) II. 475.
Wetzschiefer II. 291. 894.
White Island, Vulc. von Neuseeland I. 113.
Widdringtonites in d. Wealdenform. II. 910.
Wien, Bassin von II. 1058. Fossilien II. 1063.
Wight, Insel, Kreideform. II. 977. Undercliffs II. 982.
Wilis, Vulc. auf Java I. 104.
Windstösse bei Erdbeben I. 207.
Windungen der Schichten I. 967.
Wirbelthiere, fossile I. 893. in d. perm. Form. II. 658.
Würtemberg, Basalte II. 1140. Juraform., braune II. 834. 835. 837. 843. weisse II. 862. 871. Keuperform. II. 775. Keupersandsteine II. 769. Liasform. II. 804. Salzlager II. 758.
Wüstensalz I. 683.

X.

Xanthidium I. 858.
Xenacanthus im Rothliegenden II. 594.
Xiphodon im Seinebassin, tert. II. 1050.

Y.

Yake-Yama (Vulc. auf Nipon) I. 101.
Yanteles, Vulc. Chile I. 106.
Yorkshire, Juraform. II. 826. Kreideform. II. 926. 976.

Z.

Zackengebirge I. 349.
Zamieae, fossile,
Zamites I. 851. im braunen Jura II. 849. in d. Steinkohlenform. II. 559. in d. Wealdenform. II. 910.
Zebayr-Inseln I. 96.
Zechstein II. 51. 580. in England II. 637. Gliederung II. 637. in Teutschland II. 606. Allg. Charakter II. 606. Verbreitung II. 607.: bei Camsdorf II. 623. in Kurhessen (Riechelsdorf) II. 625. in Sachsen II. 629. in Schlesien II. 632. am Spessart II. 624. in Thüringen II. 609. 613. in Westphalen II. 629.
Zeichnenschiefer I. 699. II. 292.
Zellendolomit I. 678. Muschelkalk II. 750.
Zeolithen im Urgneiss I. 99. s. die einzelnen.
Zerbrechung u. Zermalmung d. Nebengesteins durch eruptive Gesteine I. 960.

Bayerische Staatsbibliothek München

Zerfallen der Gesteine I. 758.
Zerklüftung, parallele I. 996.
Zersetzungen der Gesteine I. 750. 756. durch vulcan. Dämpfe I. 765. zu Kaolin I. 759.
Zersprengung I. 959.
Zinkblende im Dolomit I. 677. im Gyps I. 681. im Kalkstein I. 667. im Liaskalk II. 801. im Muschelkalk II. 748. im Schieferthon II. 461. in d. Steinkohle II. 478. als Versteinerungsmittel I. 830.
Zinkerze in d. Uebergangsform. II. 316.
Zinkspath I. 674. 829.
Zinnerz I. 573. in plusiat. Geröll. II. 1161. 1162.
Zinnerzlager im Urgneiss Sachsens II. 98.
Zinnober I. 831.
Zinnseifengebirge II. 1162.
Zirkon im Basalt I. 652. im Gneiss I. 567. II. 78. im Granit I. 573. im körnigen Kalkstein I. 666. im Syenit I. 577.
Zonen d. Gebirgsglieder I. 904.
Zwischenbildung des Muschelkalks II. 757.
Zygopteris in d. perm. Form. II. 655.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Bayerische Staatsbibliothek München

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Naumann, Carl Friedrich, / Niemann, Carl G. / Schailbauer, Nonnosus

Lehrbuch der Geognosie

Bd.: 2

Leipzig (1854)

BHS II C 135-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707014-4